Forschungsprojekt

INTUS

Operationalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling durch den effektiven Einsatz von Betrieblichen Umweltinformationssystemen

Claus Lang[1], Michael Steinfeldt[2], Thomas Loew[2], Severin Beucker[1], Daniel Heubach[1], Michael Keil[2]

Konzepte zur Einführung und Anwendung von Umweltcontrollinginstrumenten in Unternehmen

–- Endbericht des Forschungsprojekts INTUS –

[1] Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart

[2] Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH, Berlin

Stuttgart, Berlin, Juni 2004

gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen 01 RU 0009)

I·A·T Institut Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement Universität Stuttgart

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH

iöw

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

Inhaltsverzeichnis

1 Zweisprachiges Management Summary 10

1.1 Deutsches Management Summary 10

1.1.1 Forschungsziele und Projektpartner 10

1.1.2 Ergebnisse bezüglich der Anwendung der Umweltcontrollinginstrumente 11

1.1.3 Ergebnisse bezüglich der informatorischen Unterstützung 12

1.1.4 Ergebnisse bezüglich organisatorischer Implementation und Institutionalisierung 15

1.1.5 Fazit 17

1.2 English Management Summary 18

1.2.1 Research Objective and Project Partners 18

1.2.2 Results with regards to the application of Environmental Accounting Instruments 19

1.2.3 Results with Regards to Information Technology Support 20

1.2.4 Results with Regards to Organisational Implementation and Institutionalisation 22

1.2.5 Conclusion 24

2 Einleitung und Ausgangssituation 26

3 Ziele des Forschungsvorhabens 27

4 Vorgehensweise 30

5 Umweltmanagement und Umweltcontrolling 33

5.1 Begriffliche Abgrenzung 33

5.2 Ziele und Aufgaben des Umweltmanagements und der betrachteten Instrumente 35

5.2.1 Ziele 35

5.2.2 Aufgaben 35

5.2.3 Charakter der Aufgaben 38

6 Betrachtete Instrumente des Umweltcontrolling 40

6.1 Fragestellung 40

6.2 Betriebliche Umweltbilanz 40

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

6.2.1 Vorstellung des Instruments 40
6.2.2 Nutzen 42
6.2.3 Anwendungshemmnisse 43
6.2.4 Anwendungspraxis 44
6.2.5 Zwischenfazit 45
6.3 Umweltkennzahlen 45
6.3.1 Vorstellung des Instruments 45
6.3.2 Nutzen 47
6.3.3 Anwendungshemmnisse 47
6.3.4 Anwendungspraxis 48
6.3.5 Zwischenfazit 48
6.4 Flusskostenrechnung 49
6.4.1 Vorstellung des Instruments 49
6.4.2 Nutzen 51
6.4.3 Anwendungshemmnisse 53
6.4.4 Anwendungspraxis 53
6.4.5 Zwischenfazit 54

7 Auswahl der geeigneten Instrumentenkombination 55
7.1 Nutzenvergleich 55
7.2 Einmalige Analyse und dauerhafte Anwendung 56
7.3 Standardkombination 58
7.4 Flusskostenkombination 58
7.5 Entscheidung zwischen Standard- oder Flusskostenkombination 58
7.5.1 Charakter der Entscheidungssituation 58
7.5.2 Ausschlusskriterien für eine dauerhafte Integration der Flusskostenrechnung 59
7.6 Auswahlentscheidung und Implementation in Unternehmen mit Umweltmanagementsystem 60
7.6.1 Ausgangssituation 60
7.6.2 Ablauf 61
7.7 Auswahl der Instrumente in Unternehmen ohne Umweltmanagementsystem 64

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

7.7.1 Ausgangssituation 64
7.7.2 Ablauf 64
7.7.3 Analysephase 66
7.7.4 Ausgangspunkt Umweltbilanz 66
7.7.5 Mögliche vertiefende Analysen 67
7.7.6 Entscheidung 68
7.8 Zwischenfazit zum Auswahlkonzept Instrumentenkombination 68
7.8.1 Idealtypische Darstellung der Ausgangssituation 68
7.8.2 Softwaregestützte Stoffstrommodelle 68

8 Organisationslösung zur Integration der Umweltcontrollinginstrumente 70
8.1 Organisationales Lernen und Umweltmanagement 70
8.1.1 Konzeptionelle Ansätze 73
8.1.2 Umweltbezogene Lernprozesse und Umweltmanagement 75
8.2 Barrieren des organisationalen Lernens in Unternehmen 77
8.3 Methoden und Maßnahmen zur Förderung der Lernfähigkeit von Unternehmen 78
8.3.1 Methoden zur Mitarbeiter- und Teamentwicklung 78
8.3.2 Struktur des Unternehmens 79
8.3.3 Methoden der Organisationsentwicklung 80
8.3.4 Unternehmenskultur 81
8.4 Phasen- und Promotorenmodelle für betriebliche Innovationsprozesse 81
8.4.1 Phasenmodelle für Innovationsprozesse 82
8.4.2 Promotorenmodell zur Durchsetzung von Innovationen 84

9 Informatorische Unterstützung der Umweltcontrolling-instrumente 87
9.1 Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS): Definition und Kategorisierung 87
9.2 Umfrage zum Einsatz von Betrieblichen Umweltinformationssystemen 89
9.3 Konzept zur Anwendung Betrieblicher Informationssysteme im Umweltcontrolling 93
9.3.1 Erfahrungen beim Einsatz von BUIS für das Stoffstrommanagement im Forschungsprojekt INTUS 94

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

9.3.2 ERP-integrierte Lösungen für die dauerhafte Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling 95
9.3.3 Kopplung von ERP-Systemen und BUIS 99
9.3.4 Einsatz eines Umweltcontrolling-Intranets 101
9.3.5 Zusammenfassung und Bewertung 105
9.4 Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling 108
9.4.1 Projektvorbereitung 112
9.4.2 Analyse und Formulierung der Anforderungen 113
9.4.3 Erstellung eines unternehmensspezifischen Umsetzungskonzepts 116
9.4.4 Überprüfung, Modifizierung und Verfeinerung des Konzepts 116
9.4.5 Implementierung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling 118
9.4.6 Verifikation und Validierung 119
9.4.7 Anwenderschulung 120
9.4.8 Installieren der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling 120
9.4.9 Anwendung und Wartung 120
9.4.10 Fazit 122

10 Umsetzungsprojekte und ihre Ergebnisse 123
10.1 Continental Temic: Umweltbilanzen und gezielte Abfragen in SAP R/3 123
10.1.1 Ausgangssituation bei Continental Temic in Nürnberg 123
10.1.2 Lösung: Entwicklung eines mehrstelligen Schlüssels zur Ermöglichung von neuen Abfragen 123
10.1.2.1 Prinzip 123
10.1.2.2 Aufbau und Ausprägungen des Schlüssels 123
10.1.2.3 Ablage des Schlüssels in SAP R/3 127
10.1.2.4 Auswertungen mit Hilfe des Ökoschlüssels 127
10.1.3 Implementierung 129
10.1.3.1 Informationstechnische Implementierung 129
10.1.3.2 Organisatorische Implementierung 132
10.1.3.3 Roll out 133
10.1.4 Fazit 133
10.2 SCHOTT GLAS: Umweltkennzahlensystem in SAP R/3 135

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.2.1 Ausgangssituation bei SCHOTT GLAS in Mainz 135
10.2.2 Lösung: Entwicklung eines Umweltkennzahlensystems 136
10.2.2.1 Prinzip 136
10.2.2.2 Bezugsgrößen 138
10.2.2.3 Zeit- und Ortsbezug 138
10.2.2.4 Soll- und Ist-Werte 138
10.2.3 Informationstechnische Integration des Umweltkennzahlensystems 138
10.2.3.1 Entwicklung der Datenstruktur 139
10.2.3.2 Datenverfügbarkeit für das System 140
10.2.3.3 Berechnungsalgorithmen für die Umweltkennzahlen 141
10.2.3.4 Berechtigungskonzept für einen geregelten Zugriff auf die Umweltkennzahlen 141
10.2.3.5 Ablauforganisation 141
10.2.3.6 Dokumentation 141
10.2.3.7 Sollkonzept für die Implementierung 142
10.2.3.8 Roll Out 143
10.2.3.9 Ergebnis: Umweltkennzahlen in SAP R/3 143
10.2.4 Fazit 138
10.3 Ensinger Mineral-Heilquellen: Umweltkennzahlen und Chargenoptimierung 146
10.3.1 Ausgangssituation bei der Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH in Vaihingen/Enz 146
10.3.2 IT-integrierte Umweltkennzahlen für den Wasserverbrauch 146
10.3.2.1 Erstellung eines Umweltkennzahlensystems 146
10.3.2.2 Implementierung 148
10.3.3 Entscheidungsunterstützungstool PROLOGIS zur Chargenoptimierung 150
10.3.3.1 Chargenoptimierung durch Aufbereitung der Ergebnisse einer Flusskostenrechnung 150
10.3.3.2 Produktions- und Logistikkosten 152
10.3.3.3 Realisierung von PROLOGIS in Microsoft Excel 153
10.3.3.4 Anwendung 153
10.3.3.5 Anpassung und Erweiterung des Tools 156
10.3.4 Fazit 156
10.4 Göhring: Umweltkennzahlen und Umweltbilanz 157
10.4.1 Ausgangssituation bei der Göhring GmbH & Co.KG 157
10.4.2 Lösung: Entwicklung eines Konzeptes aus Umweltkennzahlen und Umweltbilanz 158

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.4.3 Konzepte zur informationstechnischen und organisatorischen Integration 160
10.4.4 Fazit 164
10.5 Zwischenfazit aus den Erfahrungen mit den Pilotvorhaben 165

11 Integriertes Konzept zur Einführung von Instrumenten des Umweltcontrolling 167

12 Schlussfolgerungen 181
12.1 Übergreifende Ergebnisse und politische Empfehlungen 181
12.2 Nutzen und Verwertbarkeit 183

13 Literatur 184

14 Anhang 196
14.1 Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen 196
14.2 Arbeitspapiere, Veröffentlichungen und Transferaktivitäten 197
14.2.1 Veröffentlichte Ergebnisbroschüre 197
14.2.2 Veröffentlichte Arbeitsberichte 198
14.2.3 Veröffentlichte Artikel 199
14.2.4 Transferaktivitäten 201
14.2.4.1 Website und Email-Newsletter 201
14.2.4.2 Vorträge 201
14.2.4.3 Informationstransfer 203
14.3 Glossar 204

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau des Forschungsprojekts INTUS.....29

Abbildung 2: Vorgehen im Forschungsprojekt INTUS 30

Abbildung 3: Umweltcontrolling-Kreislauf 34

Abbildung 4: Ziele und Aufgaben des Umweltmanagements im Kontext zu den Funktionen und Instrumenten des Umweltcontrollings.....37

Abbildung 5: Ablauf von Analyse bis Anwendung der Instrumente in Unternehmen mit Umweltmanagementsystemen 63

Abbildung 6: Ablauf von Analyse, Entscheidungsfindung und Umsetzung der Instrumente in Unternehmen ohne Umweltmanagementsystem.....65

Abbildung 7: Unterscheidung der Lerntypen nach Argyris & Schön (1978).....73

Abbildung 8: Umweltbezogene Lernprozesse und Umweltmanagement 75

Abbildung 9: Barrieren des organisationalen Lernens im Überblick 77

Abbildung 10: Methoden der Mitarbeiter- und Teamentwicklung.....79

Abbildung 11: Methoden der Organisationsentwicklung.....81

Abbildung 12: Beiträge der Promotoren im Innovationsprozess.....85

Abbildung 13 Einsatz von Betrieblichen Umweltinformationssystemen.....90

Abbildung 14 BUIS werden eingesetzt/genutzt von den angegebenen Gruppen.....91

Abbildung 15 Vorteile die sich durch den Einsatz von BUIS im Unternehmen ergeben.....91

Abbildung 16: Konzept des Umweltcontrolling-Intranet 102

Abbildung 17: Überblick über die Architektur des Umweltcontrolling-Intranet 103

Abbildung 18 : Das Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling 111

Abbildung 19: Ablage und Pflege der Daten des Ökoschlüssels mit Merkmalsausprägungen 127

Abbildung 20: Auswertung über den Ökoschlüssel mit dem ABAP List Viewer 128

Abbildung 21: Ergebnis einer Input- Auswertung mit dem ABAP List Viewer.....129

Abbildung 22: Ankreuztabelle Ökoschlüsselmerkmale (Auszug).....132

Abbildung 23: Aufbau des Schlüssels Umweltkennzahlenart.....137

Abbildung 24: Ausschnitt aus dem Kennzahlensystem von Schott 137

Abbildung 25: Aufbau der Datenbanktabellen 139

Abbildung 26: Ablauf der Datenbeschaffung 140

Abbildung 27: Berechnungsalgorithmus (beispielhaft) für Kennzahl „CO_2-Emission durch Erdölverbrauch“ 141

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Abbildung 28 Datenquellen und Informationsbereitstellung für Umweltkennzahlen in SAP R/3 144

Abbildung 29: Anzeige der Umweltkennzahlen für eine Kostenstelle über mehrere Perioden (fiktive Werte) 145

Abbildung 30: Beispiel für einen Analysebaum des Mineralwasserverbrauchs 148

Abbildung 31: maschinenbezogene Auswertung der Wasserverbräuche mit einer Betriebsdatenerfassung 149

Abbildung 32: Wasserbilanz im Ensinger ERP-System Beverage 150

Abbildung 33: Zusammenhang zwischen Produktion und am Absatz orientierter Logistik 151

Abbildung 34: Berechnung der Leistungskosten 153

Abbildung 35: Berechnung der Bereitschaftskosten 153

Abbildung 36: Ansicht der Chargenvollkosten, der logistischen Leistungs- und Bereitschaftskosten sowie der Summe in der Kostenanzeige 155

Abbildung 37: Gegenüberstellung des Alternativszenarios zum vorgewählten Szenario 1 (Referenzszenario) 156

Abbildung 38: Einflussfaktoren für den Anfall von Holzverschnitt bzw. Holzspäne in der Fertigung 159

Abbildung 39: Produktionsablauf und die entsprechende Datenerfassung, ohne Inventur 161

Abbildung 40: Angepasstes Hauptmenü-Fenster in Navision Financials 162

Abbildung 41: Realisiertes beispielhaftes Artikelkarten-Fenster für Bio-Innenlasur in Navision Financials 163

Abbildung 42: Beispiel für ein Produktionsdatenerfassungsformular 164

Abbildung 43: Bedeutung der Einflussgrößen im Institutionalisierungsprozess 170

Abbildung 44: Phasenkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling 172

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Idealtypische Eignung der Instrumente, Softwarelösungen für einmalige Analysen und dauerhafte Anwendung....17

Tabelle 2: Ideal type suitability of Environmental Accounting Instruments and IT solutions for one-time analyses and continuous application....25

Tabelle 3: Matrix zur Charakterisierung von Umweltschutzmaßnahmen....39

Tabelle 3: Kontenrahmen am Bespiel Möbelindustrie....42

Tabelle 4: Vereinfachte Flusskosten-Matrix....51

Tabelle 5: Eignung der Instrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung zur Unterstützung der Aufgaben des Umweltmanagements.....56

Tabelle 6: Ausschlusskriterien, die gegen die dauerhafte Anwendung der Flusskostenrechnung sprechen....59

Tabelle 7: Übersicht der mit stoffstromorientierten BUIS durchgeführten Analysen in den Betriebsvorhaben des Forschungsprojekts INTUS 94

Tabelle 8: Übersicht ERP-integrierter Lösungen in den Betriebsvorhaben des Forschungsprojekts INTUS....97

Tabelle 9: Vergleich des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses durch Softwareunterstützung der Instrumentenanwendung....107

Tabelle 10: Aufbau des Schlüssels....124

Tabelle 11: Ausprägungen Materialtyp....124

Tabelle 12: Ausprägungen Felder Ökokontenrahmenschlüssel....125

Tabelle 13: Ausprägungen Feld Aggregatzustand....126

Tabelle 14: Ausprägungen Felder - Klassische „gesetzliche“ Umwelteigenschaften....126

Tabelle 15: Ausprägungen Felder - temicspezifische Umwelteigenschaften....126

Tabelle 16: Unterschiedliche Basismengeneinheiten (Auszug)....131

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

1 Zweisprachiges Management Summary

1.1 Deutsches Management Summary

1.1.1 Forschungsziele und Projektpartner

Beim Rückblick auf die in den neunziger Jahren durchgeführten Pilotvorhaben zu Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung stellte das IÖW fest, dass in den Unternehmen, in denen ein Umweltkennzahlensystem eingeführt wurde, alle relevanten Ökoeffizienzpotentiale identifiziert waren. Damit hätten durch eine zusätzliche Einführung der Flusskostenrechnung keine weiteren Potenziale mehr identifiziert werden können. Andererseits wurde in Flusskostenprojekten nicht nur die Kostenrechnung angepasst, sondern darüber hinaus ergänzend Umweltkennzahlen eingeführt. Diese Erfahrungen wiesen auf die Überschneidungen zwischen den Instrumenten hin und erforderten einen systematischen Vergleich.

Weiterhin wurde in den verschiedenen Vorhaben zu Umweltcontrollinginstrumenten zwar der Gestaltung des Instruments des viel Aufmerksamkeit gewidmet, für die dauerhafte informatorische Bereitstellung wurde wenn überhaupt jedoch immer eine individuelle unternehmensspezifische Lösung entwickelt.

Schließlich wurde beim Rückblick auf die Vorhaben deutlich, dass die organisatorische Verankerung der Entwickelten Umweltcontrollinginstrumente regelmäßig vernachlässigt wurde. Die Instrumente wurde in vielen Unternehmen ausschließlich von den Umweltverantwortlichen genutzt und konnten nur selten breiter integriert werden.

Vor diesem Hintergrund wurden die folgenden drei Bereiche und die dort ergebenden Forschungsfragen untersucht:

- **Umweltcontrollinginstrumente:** In welchem Verhältnis stehen die Instrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung zueinander und wie können sie sinnvoll kombiniert werden? In welchen Fällen ist eine bestimmte Instrumentenkombination zu empfehlen?

- **Informatorische Unterstützung:** Wie können die Umweltcontrollinginstrumente effizient dauerhaft bereit gestellt werden? Welche informatorischen Lösungen sind besonders geeignet. Welche Rolle spielen betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS)?

- **Organisationale Integration:** Wie können die organisationalen Barrieren bei der Einführung der Umweltcontrollinginstrumente überwunden werden?

Die Fragestellungen wurden sowohl theoretisch im Rahmen eines wissenschaftlichen Leitvorhabens also auch praktisch gemeinsam mit vier Pilotunternehmen nämlich SCHOTT Glas, Continental Teves/Temic, Göhring and Ensinger Mineral-Heilquellen untersucht.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

1.1.2 Ergebnisse bezüglich der Anwendung der Umweltcontrollinginstrumente

Die Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung eignen sich alle zur Identifikation von kostensenkenden Umweltschutzmaßnahmen. Dabei werden von den Instrumenten jedoch sehr unterschiedliche Informationen bereit gestellt. Um festzustellen welche Vor- und Nachteile die Instrumente aufweisen und wie sie sich in ihrer Leistungsfähigkeit unterscheiden ist ein systematischer Vergleich erforderlich. Dabei sind zunächst zwei grundlegend unterschiedliche Anwendungssituationen zu berücksichtigen. Einerseits muss die einmalige Anwendung der Instrumente im Rahmen von Analysen betrachtet werden, und andererseits ist die dauerhafte Bereitstellung des jeweiligen Instruments für Steuerungs- und Kontrollzwecke zu untersuchen.

Viele in der Literatur geschilderte Erfolgsbeispiele für kostensenkende oder risikoreduzierende Umweltschutzmaßnahmen beruhen auf Ergebnissen, die im Rahmen der Einführung und damit bei der erstmaligen Anwendung der Instrumente realisiert wurden. Diese Erfolge schreiben sich jedoch nicht im gleichen Maße fort, wenn die Instrumente dauerhaft angewendet werden. Dennoch kommt der dauerhaften Bereitstellung der geeigneten Umweltcontrollinginstrumente eine besondere Bedeutung zu, da nur auf diesem Weg eine kontinuierliche Reduzierung der Umweltbelastungen erreicht werden kann. Denn nur über die kontinuierliche Überwachung von Verbrauchsentwicklungen können beispielsweise Störungen, ineffiziente Materialeinsätze oder die Auswirkungen von veränderten Produktionsprogrammen auf die Materialflüsse erkannt werden.

Vergleicht man systematisch inwiefern die drei betrachteten Instrumente bei dauerhafter Anwendung die Aufgaben des Umweltmanagements unterstützen, dann wird deutlich, dass mit einer Kombination von betrieblicher Umweltbilanz und Umweltkennzahlen eine gute Aufgabenabdeckung erreicht wird. Die Flusskostenrechnung kann „nur“ eine Ergänzung darstellen, die zusätzlich rein betriebswirtschaftliche Nutzenvorteile erschließt.

Während zu Beginn des Forschungsprojekts INTUS die Umweltcontrollinginstrumente Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung als gleichwertige Alternativen angesehen wurden, ist heute analytisch belegt, dass die Flusskostenrechnung ohne Kennzahlen und Umweltbilanz nicht ausreicht, um das Umweltmanagement angemessen zu unterstützen. Da die dauerhafte Einführung einer Flusskostenrechnung, die prinzipiell über eine entsprechende Erweiterung der bestehenden Funktionalitäten der Kostenrechnung realisiert wird, erheblich höheren Aufwand verursacht und bedeutend mehr Expertenwissen erfordert als die Einführung eines Umweltkennzahlensystems, kommt diese Alternative nur für Unternehmen mit solchen Produktionsstrukturen in Betracht, bei denen durch die kontinuierliche Bereitstellung von Flusskosteninformationen auch dauerhaft in nennenswertem Umfang Materialverluste reduziert werden können. Dies trifft in der Regel bei Unternehmen mit komplexen Materialflüssen und hohen Materialverlusten zu. Eine Checkliste zur Überprüfung, ob eine dauerhafte Einführung der Flusskostenrechnung in Erwägung zu ziehen ist, wurde von Loew (2003: 25f) aufgestellt.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

In den meisten Fällen, insbesondere bei kleinen und mittelständischen Unternehmen und bei Unternehmen mit vergleichsweise „übersichtlichen“ Materialflüssen mag zwar eine einmalige Analyse nach dem Flusskostenansatz hilfreich sein, jedoch sind für das dauerhafte Controlling Umweltkennzahlen besser geeignet und einfacher zu realisieren.

Aus der Analyse der Instrumente folgt, dass die betriebliche Umweltbilanz und die betrieblichen Umweltkennzahlen Standardinstrumente darstellen, die an die jeweiligen Unternehmensgegebenheiten angepasst werden sollen.

Durch umweltorientierte Unternehmensführung sollten sie im Umweltmanagement und in den verschiedenen Geschäftsprozessen integriert angewendet werden. Empfohlen wird eine regelmäßige Erstellung der Umweltbilanz in Abständen von ein bis drei Jahren, um umweltrelevante Trends zu identifizieren und periodisch die bestehende Einschätzung der umweltrelevanten Aspekte des Unternehmens zu überprüfen. Das Umweltkennzahlensystem dient primär der zeitnahen Kontrolle und Steuerung der relevanten Materialflüsse und des Energieverbrauchs. Je nach Einflussmöglichkeiten der Mitarbeiter kann eine effiziente Bewirtschaftung der Ressourcen gefördert werden. Darüber hinaus werden über die Kennzahlen im Idealfall Verbesserungsvorschläge angeregt. Ergänzend zu diesen operativen Steuerungsinformationen sollten von einem Kennzahlensystem auch Informationen zu mittel- und langfristigen Trends bereitgestellt werden wie z.B. zur Entwicklung des Energieverbrauchs oder zur Entwicklung der Emissionen klimarelevanter Gase.

Die Flusskostenrechnung kann als ein Spezialinstrument angesehen werden, das unter bestimmten Umständen eine wertvolle Erweiterung der bestehenden Kostenrechnung darstellt. Wird eine Flusskostenrechnung implementiert, dann übernehmen die Flusskosteninformationen teilweise, (aber nicht durchgängig!) die Aufgaben des Umweltkennzahlensystems.

1.1.3 Ergebnisse bezüglich der informatorischen Unterstützung

Bei der informatorischen Unterstützung von Umweltcontrollinginstrumenten ist bei der Untersuchung der verschiedenen Alternativen, analog zur Beurteilung der Instrumente, zwischen einmaligen Analysen und der dauerhaften Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente zu unterscheiden. Für einmalige Analysen kommen in der Regel Tabellenkalkulationsprogramme sowie stoffstromorientierte Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) in Betracht. Stoffstromorientierte BUIS sind Softwaresysteme, die eine Erfassung und Auswertung von Stoff- und Energieflüssen bezogen auf Bilanzräume, z. B. einen Prozess oder eine Organisationseinheit oder auch in

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Form einer verursachergerechten Zuordnung zu einem Produkt ermöglichen[1]

Für die dauerhafte Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente, stehen folgende grundsätzliche Lösungsansätze zur Verfügung: (i) die Verwendung von ggf. angepasster Tabellenkalkulations- oder Datenbanksoftware, (ii) die Verwendung stoffstromorientierter BUIS, (iii) ERP-integrierte Lösungen sowie (iv) Intranet-basierte Lösungen.

Bei allen vier Pilotunternehmen des Forschungsprojekts INTUS haben sich für die dauerhafte Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente ERP- integrierte Lösungen bewährt. ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning Systeme) kommen in Unternehmen traditionell zum Einsatz mit der Aufgabe, die Abläufe eines Unternehmens ganz oder teilweise abzubilden und damit die unternehmerische Tätigkeiten, die Warenbewegungen und Warenumformungen in den Produktionsprozessen, zu unterstützen. Sie sind auf die Erzeugnisstruktur ausgerichtet und unterstützen das Management von Produktion, Logistik und Vertrieb sowie Finanzen, Personal u. a. Folgende Aspekte von ERP-integrierten Lösungen waren bei den Unternehmen ausschlaggebend:

- Die Funktionalität und Anpassungsfähigkeit von ERP-Systemen ist in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen, so dass unternehmensspezifische Anpassungen zunehmend einfacher und mit vertretbarem Aufwand vorgenommen werden können.

- ERP-integrierte Lösungen können auf eine Vielzahl von Daten intern zugreifen. So können Redundanzen im Datenbestand verringert, Widersprüche in den Daten vermindert und der Pflegeaufwand für die Daten gering gehalten werden. Außerdem wird nur eine geringe Anzahl von Schnittstellen benötigt.

- Grundsätzlich ist der Aufwand zur Pflege einer integrierten Lösung und ggf. deren spätere Anpassung auf neue betriebswirtschaftliche oder informationstechnische Anforderungen geringer als bei Insellösungen.

- Das Know-how zur Nutzung der ERP-Systeme ist im Unternehmen bereits vorhanden. Schulungen sind nur für die Nutzung des neuen Moduls bzw. der neuen Funktionalität erforderlich – diese können von eigenen Fachleuten durchgeführt werden.

Diese bei den Pilotunternehmen identifizierten Vorteile von ERP- integrierten Lösungen sind u. E. allgemein übertragbar. Daher dürfte nach dem heutigen Stand der Technik für die Mehrzahl der Unternehmen, die Umweltcontrol-

[1] Synonym dazu ist der Begriff BUIS für das Stoffstrommanagement, vgl. Schmidt u. Keil 2001 und Möller 2000. Beispiele sind die Softwareprodukte Audit, Umberto, oder Gabi.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

linginstrumente einführen wollen und über ein ERP-System verfügen, eine ERP-integrierte Lösung zu empfehlen sein.

Im Rahmen des Vorhabens wurde auch intensiv geprüft, in wie fern *stoffstromorientierte BUIS* für die kontinuierliche Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente eingesetzt werden können. Daher wurden in allen vier Pilotunternehmen stoffstromorientierte BUIS probeweise zur Analyse der Produktion bzw. einzelner Produktionsbereiche eingesetzt. In allen vier Fällen stellte sich allerdings heraus, dass für eine kontinuierliche Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente die ERP-integrierten Lösungen den Lösungen unter Anwendung von stoffstromorientierten BUIS überlegen sind[2]. Als Gründe wurden u. a. der vergleichsweise hohe Aufwand bei der Kopplung von ERP-System und BUIS im Vergleich zu einer integrierten Lösung, sowie die für den Instrumenteneinsatz in den konkreten Fällen ausreichenden Funktionalitäten im ERP-System angeführt. Damit wurde die ursprüngliche Ausgangshypothese, dass die Instrumente durch die stoffstromorientierten BUIS effizient dauerhaft bereit gestellt können, widerlegt.

Es wird allerdings erwartet, dass in Zukunft die Kopplung stoffstromorientierter BUIS und ERP-Systeme einfacher wird und weniger Aufwand verursacht. Erste Arbeiten hierzu wurden im Forschungsprojekt CARE geleistet, in dem eine Publicly Available Specification (PAS) zum Transfer umweltrelevanter Daten von ERP-Systemen in stoffstromorientierte BUIS entwickelt wurde (DIN 2003, Busch et al 2004). Diese Entwicklung bedarf noch einer Erprobung in der Praxis, kann aber zu einer breiteren Anwendung stoffstromorientierter BUIS führen.

Einmalige Analysen mit stoffstromorientierten BUIS können allerdings sehr sinnvoll sein. Stoffstromorientierte BUIS eignen sich als Modellierungswerkzeuge gut für einmalige Analysen von Stoff- und Energieströmen, für Szenarienbildung und „what if"-Analysen. Außerdem dienen sie einer methodischen, systematischen Vorgehensweise zur Durchführung einer Stoffstromanalyse und Flusskostenberechnung. Ihr Einsatz erfordert aber zumeist einen Experten, der die Software beherrscht.

Viele kleinere und mittlere Unternehmen verfügen normalerweise über kein ERP-System. Sie nutzen aber oftmals eine Netzwerk-basierte IT-Struktur unter Nutzung eines Intranets, um Informationen und Dateien bereitzustellen (Spath 2003). Ein Intranet ist ein privates Datennetz, in dem die Technologien des öffentlichen Internets zum Einsatz kommen (Kyas 1997). Im Forschungsprojekt INTUS wurde ein Prototyp für ein Umweltcontrolling-Intranet entwickelt. Damit können Umweltinformationen aus verschiedenen Anwendungen zusammengeführt und für die verschiedenen Nutzer einfach verfüg-

[2] Es gibt allerdings Hinweise, dass in Branchen, mit sehr homogenen und gleichzeitig großvolumigen Materialflüssen wie z.B. in Gießereien, oder Brauereien stoffstromorientierte BUIS eine interessante PPS-Lösung sein könnten. In diesen Fällen würden dann das BUIS zur Bereitstellung der Instrumente genutzt werden.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

bar gemacht werden[3]. Diese Intranetlösung richtet sich primär an kleine und mittelständische Unternehmen ohne ERP-Systeme. Der Prototyp stellt aufgrund seines modularen Aufbaus unter Nutzung einfacher informationstechnischer Mittel eine leicht umzusetzende Möglichkeit dar, Umweltinformationen zusammen mit betriebswirtschaftlichen Informationen integriert und anwenderbezogen zu verwalten und darzustellen. Die Einführung eines Umweltcontrolling-Intranets erscheint aber nur dann sinnvoll, wenn ein Unternehmen ein Intranet bereits nutzt.

1.1.4 Ergebnisse bezüglich organisatorischer Implementation und Institutionalisierung

Im dritten Schwerpunkt befasste sich das Forschungsprojekt INTUS mit der Fragestellung der organisatorischen Integration von Instrumenten und deren Bezug zu umweltbezogenen organisationalen Lernprozessen. Hierzu wurde im Projekt ein umfassendes Phasenkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling entwickelt, in das auch stark die Erfahrungen der vier Umsetzungsvorhaben einfloss.

Der Begriff Institutionalisierung verdeutlicht, dass es bei diesem Konzept nicht um einen weiteren „Einführungsleitfaden“ eines bestimmten Instrumentes geht, sondern das dieses umfassender angelegt ist und versucht, das Dilemma vieler Forschungsprojekte zu umgehen, die mit der Erarbeitung einer Prototyplösung enden, die (noch) nicht in der Unternehmensorganisation institutionalisiert ist. Wesentliche Fragestellungen, die sich aus einer dauerhaften Anwendung ergeben wie beispielsweise die nach dem erwarteten Langzeitnutzen bzw. dem Aufwand zur Aufrechterhaltung des Instrumentes, werden in dem Gesamtkonzept antizipiert.

Für den erfolgreichen Einsatz eines Umweltcontrollinginstrumentes im Unternehmen ist neben der absoluten Höhe des Nutzens der Implementierungsaufwand sowie der spätere laufende Aufwand zur Aufrechterhaltung der Funktionalität der Instrumentenlösung ausschlaggebend. Mit dem Ziel, diese beiden Aufwandsgrößen zu reduzieren, wurde das Phasenkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling entwickelt. Dieser Prozess wird als organisatorische Innovation aufgefasst, denn es zeigt sich, dass sich viele Erkenntnisse aus der betrieblichen Innovationsforschung übertragen lassen. In der Reflexion zahlreicher Phasen- und Promotorenmodelle für betriebliche Innovationsprozesse orientiert sich das entwickelte Phasenkonzept an dem vierphasigen Phasenmodell zur Institutionalisierung von organisatorischen Innovationen von Tolbert/Zucker (1996), da dieses Phasenmodell die oft vergessene Thematik der organisatorischen Verstetigung im Unternehmen gebührend berücksichtigt.

Ideengenerierung: Diese Phase umfasst die Ideensuche und –vorauswahl. In unserem Kontext ist die eigentliche Invention nicht die Erfindung von neuen Umweltcontrolling-Instrumenten sondern die Generierung von Ideen zur unternehmensspezifischen Anpassung und zur organisatorischen Ein-

[3] Ein Demosystem befindet sich im Internet unter http://www.bum.iao.fraunhofer.de/uc-intranet

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

führung und Verankerung im Unternehmen unter Beachtung einer adäquaten DV-Unterstützung.

Spezifische Problemlösung: Diese Phase umfasst basierend auf Detailanalysen einerseits die Entwicklung von möglicherweise mehreren spezifischen Problemlösungsalternativen und andererseits den prototypischen Probelauf der präferierten Lösung.

Implementierung: Als Implementierungsphase kann die Entwicklung von allgemeinen, gemeinsamen Bedeutungen der adaptierten Verhaltensweisen angesehen werden, wodurch eine „Verortung" von Handlungen möglich ist. Hier wird der institutionelle Charakter der Neuerung bereits an ausgeprägten, allerdings noch informellen Strukturen erkennbar. In unserem Fall umfasst diese Phase die organisatorische Verankerung durch Definition von Aufgaben und Verantwortlichkeiten und deren betriebliche Umsetzung in die Aufbau- und Ablauforganisation inklusive der Realisierung der IT-Unterstützungslösung.

Alltagsanwendung: Die Sedimentation hat stattgefunden, wenn eine Etablierung der Verhaltensweisen hin zu „gegebenen Strukturen (Formalstrukturen) erfolgt ist und Abläufe durch Routine und Personenunabhängigkeit gekennzeichnet sind. Im Falle der Umweltcontrollinginstrumente bedeutet dies, dass sie routinemäßig im Rahmen des betrieblichen Umweltcontrolling genutzt sowie notwendige Anpassungen / Weiterentwicklungen am Instrument bzw. an der IT-Infrastruktur vorgenommen werden.

Durch diese vier Phasen wird der Gesamtprozess einerseits genügend strukturiert, andererseits ist Platz für weitere Detaillierungen zur Ausgestaltung der einzelnen Phasen des Innovationsprozesses.

In dem Phasenkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten werden die Aufgaben

- Entwicklung der unternehmensspezifischen angepassten Instrumentenlösung,
- Entwicklung der daran angepassten EDV-Unterstützungslösung,
- Unternehmensspezifische organisatorische Implementierung der entwickelten Gesamtlösung,
- Organisatorische Institutionalisierung der Handhabung und der Nutzung der Instrumentenlösung in die Aufbau- und Ablauforganisation

durch Integration der im Forschungsprojekt entwickelten Konzepte systematisch zu einem Gesamtprozess abgestimmt und methodisch optimal gelöst. Die im zumeist interdisziplinären Projektteam vertretenden Fachleute werden entsprechend ihrer Rolle aktiv in die einzelnen Arbeits- und Lernprozesse einbezogen. Für die optimale Prozessgestaltung erweist es sich darüber hinaus als sehr sinnvoll, die verschiedenen Dimensionen des organisationalen Lernens in den Prozessphasen unterschiedlich stark zu berücksichtigen. In den ersten beiden Phasen Ideengenerierung/Instrumentenauswahl und spezifische Problemlösung handelt es sich in erster Linie um individuelles bzw. projektgruppenspezifisches Lernen, wohingegen die Phasen Imple-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

mentierung und Alltagsanwendungen stark durch Organisationslernen geprägt sind.

Außerdem sieht das Konzept bewusst Entscheidungssituationen sowie Möglichkeiten zum Abbruch vor - für den Fall, dass im Rahmen der Analysen deutlich wird, dass der zu erwartende Nutzen eine dauerhafte Einführung und organisatorische Verankerung der Umweltcontrollinginstrumente nicht rechtfertigt.

Das entwickelte Phasenkonzept ermöglicht es Unternehmen, in optimierten Lernprozessen Instrumente des Umweltcontrolling in die Unternehmensorganisation zu implementieren und institutionalisieren.

1.1.5 Fazit

Als 1999 die Idee für das Forschungsvorhaben entwickelt wurde bestanden noch viele Unklarheiten über sowohl das Verhältnis der betrachteten Umweltcontrollinginstrumente zueinander als auch über die mögliche informatorische Unterstützung und über die Chancen einer systematischen Überwindung der organisationalen Barrieren bei der Einführung der Instrumente.

Das Forschungsprojekt INTUS hat gezeigt, dass zur Beantwortung dieser Fragen die Unterscheidung zwischen einmaligen Analysen und einer dauerhaften Bereitstellung der Instrumente für das Controlling erforderlich ist(Tabelle 1). Die früheren Untersuchungen haben diese Unterscheidung nicht getroffen jedoch gleichzeitig aus den Anfangserfolgen bei der erstmaligen Anwendung auf die Notwendigkeit einer dauerhaften Integration des jeweiligen Instruments geschlossen. Dieser Rückschluss ist jedoch wie das Forschungsprojekt INTUS zeigt nicht zwingend. Einige Instrumente ebenso wie einige Möglichkeiten der informatorischen Unterstützung eignen sich nur für einmalige Analysen und nicht für eine dauerhafte Anwendung. Andererseits ist eine dauerhafte Bereitstellung von Umweltcontrollinginformationen unerlässlich um organisationale Lernprozesse zu fördern und kontinuierliche Verbesserungen zu erzielen.

Tabelle 1: Idealtypische Eignung der Instrumente, Softwarelösungen für einmalige Analysen und dauerhafte Anwendung

	Einmalige Analyse	**Dauerhafte Anwendung**
Instrumente	Umweltbilanz Flusskostenrechnung Umweltkennzahlen	Umweltbilanz Umweltkennzahlen
Softwarelösungen	Tabellenkalkulation Stoffstrommodellierende	ERP-Integrierte Lösungen Umweltcontrolling-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

	BUIS	Intranet
Organisatorische Integration	keine	Phasenkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling

Am Schluss des Vorhabens steht eine trivial anmutende Feststellung, die jedoch politische Brisanz aufweist: Für die Priorität und Realisierung von Lösungen zur dauerhaften Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente in den Unternehmen ist immer noch das Aufwand- Nutzen- Verhältnis der dauerhaften Integration der jeweiligen Instrumente entscheidend. Wenn der Nettonutzen als zu gering eingeschätzt wird oder gar tatsächlich zu gering ist werden die Projekte entweder nicht durchgeführt oder sie bekommen eine niedrige Priorität im Unternehmen. Damit bleibt das Aufwand-Nutzenverhältnis zentraler Ansatzpunkt für die weitere Verbreitung der Instrumente. Für die Umweltpolitik leitet sich auch dieser simplen Feststellung unter anderem ab, dass darüber nachgedacht werden muss, wie der tatsächliche bzw. wahrgenommene Nutzen der Instrumente gesteigert werden kann. Mögliche Ansatzpunkte können sowohl im Bereich von Regulierungen und freiwilligen Vereinbarungen (z.B. zur Berichterstattung) als auch in der Öffentlichkeitsarbeit liegen.

1.2 English Management Summary

1.2.1 Research Objective and Project Partners

Looking back at the pilot projects on Environmental Performance Indicators and Flow Coast Accounting conducted in the 1990s, IÖW found that all eco-efficiency potentials were identified in enterprises that had introduced an Environmental Performance Indicator System. This lead to the conclusion that no further potentials could be found with the introduction of flow cost accounting. On the other hand, Flow Cost Accounting projects were performed, where not only cost accounting was adapted, but also Environmental Performance Indicator Systems were introduced additionally. These experiences showed an overlap between these two instruments and required a systematic comparison.

Furthermore, the different research projects focusing on Environmental Accounting Instruments concentrated mostly on the design of the instruments, but did not address the IT support adequately. Most often, only pilot case specific solutions were developed.

Another conclusion that was noticeable was the negligence of the organisational anchoring of the Environmental Accounting Instruments. In many, cases, the instruments were exclusively used by environmental officers and were rarely integrated on a broader basis in an enterprise.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Against this background, the following three areas were studied with their respective research questions:

- **Environmental Accounting Instruments:** how do the instruments corporate Input-Output Balance, Environmental Performance Indicators and Flow Cost Accounting relate to each other and how can they be appropriately combined? Which combination is recommended for different practical applications?

- **Information Technology support:** How can the Environmental Accounting Instruments be effectively supported by Information Technology? Which role do Environmental Management Information Systems play?

- **Organisational Integration:** How can organisational barriers be overcome when introducing the instruments in a practical setting?

Within the research project INTUS – *Operationalisation of Environmental Accounting Instruments through the effective use of Environmental Management Information Systems*, concepts were developed to address these questions in a scientific part of the project as well as together with the four application partners SCHOTT Glas, Continental Teves/Temic, Göhring and Ensinger Mineral-Heilquellen.

1.2.2 Results with regards to the application of Environmental Accounting Instruments

The Environmental Accounting Instruments Input-Output Balance, Environmental Performance Indicators (EPI) and Flow Cost Accounting are suited for the identification of cost decreasing environmental protection measures in companies. However, the three instruments provide different kinds of information. To determine, which advantages and disadvantages the instruments have, and how they differ from each other with respect to their effectivity, a systematic comparison is required. Two different application scenarios have to be considered. The instruments can be used for a one-time analysis on the one hand. On the other hand, they can be used continuously for management and controlling purposes.

Many success stories for cost cutting or risk reducing environmental protection measures described in literature are based on results achieved within the introduction and hence the first-time application of instruments. These results do not recur, however, if the instruments are applied continuosly. Yet, the continuous supply of instruments is of vital importance, since it is the prerequisite for a continuous reduction of environmental impact. Only the uninterrupted monitoring of how resource consumption develops over time can lead to the detection of production disturbances or inefficient material use, or the determination of which impact changed production conditions have on material flows.

Comparing the three considered instruments systematically shows that a combination of Input-Output Balance and Environmental Performance Indi-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

cators is well suited for a continuous support of environmental management tasks. Flow Cost Accounting can “only” serve as an additional support that can open up additional cost benefits and managerial advantages.

At the beginning of the research project INTUS, Environmental Accounting Instruments Environmental Performance Indicators and Flow Cost Accounting were seen as equal alternatives. Analytical research in this project showed that Flow Cost Accounting without Environmental Performance Indicators and Input-Output Balance is not sufficient to support environmental management sufficiently. The introduction of Flow Cost Accounting for a continuous use is achieved in principal by an enhancement of existing cost accounting functionalities. This causes higher costs and the need for more expert knowledge than the introduction of an EPI System. Hence, Flow Cost Accounting is only a valuable option for enterprises with certain production structures that can reduce material losses with the continuous supply of flow cost information. As a general rule, this applies to enterprises with complex material flows and high material losses. A checklist to verify whether the introduction of a continuous flow cost accounting makes sense for a specific company was developed and published in Loew (2003, p. 25).

In most cases, especially for small and medium sized enterprises and for companies with “concise” material flows, a one-time analysis with the flow cost accounting approach can be valuable, but for the continuous controlling, Environmental Performance Indicators are better suited and easier to implement.

The analysis of the instruments also shows that Input-Output Balance and Environmental Performance Indicators are standard instruments that have to be adapted for respective practical application background.

An environmentally oriented business management should integrate the use of these Environmental Accounting Instruments within the environmental management as well as different business processes. It is recommended to set up an Input-Output Balance every one to three years in order to identify environmentally relevant trends and verify the existing estimation of environmental aspects of the enterprise. The EPI System primarily serves for a timely check and control of relevant material flows and energy consumption. Depending on influence capabilities of the employees, it can encourage an efficient management of resources. Furthermore, EPI inspire suggestions for improvement. On top of such operative information, an EPI System should also supply information on medium- and long-term trends, such a the development of energy consumption or emissions of pollutants with climate impact.

Flow Cost Accounting can be seen as a special application that can serve as a valuable extension of existing cost accounting under certain circumstances. When Flow Cost Accounting is implemented, flow cost information take over some (but not all) tasks of an EPI System

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

1.2.3 Results with Regards to Information Technology Support

When looking at the information technology (IT) support of Environmental Accounting Instruments, the differentiation between one-time analysis and continuous application is also important. One-time analyses can usually be conducted with spreadsheet software or Environmental Management Information Systems (EMIS) for material flow management. These are software systems that can be used for collection and evaluation of material and energy flows related to certain system boundaries such as a process or an organisational unit or a product.

For the continuous application of Environmental Accounting Instruments, the following approaches can be used: (i) the use of adapted (where required) spreadsheet or database software, (ii) the use of EMIS for material flow management, (iii) ERP integrated solutions or (iv) intranet based solutions.

All four pilot companies participating in the research project INTUS have chosen ERP integrated solutions for the continuous application of Environmental Accounting Instruments. ERP Systems (Enterprise Resource Planning Systems) are traditionally used in companies to support the organisation of a company with the task to map corporate activities such as the movement or transformation of goods. They support the management of production, logistics, sales and finances, human resources or other fields. The decision to use ERP integrated solutions was based on he following aspects of ERP integrated solutions:

- Functionality and flexibility of ERP Systems have increased remarkably in the previous years, so that enterprise specific adaptations can be carried out in an easier way and with less effort.

- ERP integrated solutions can access a multitude of ERP internal data which reduces data redundancy. Inconsistencies can be lowered and maintenance costs can be reduced. Furthermore, the number of required interfaces can be kept small.

- As a basic principal, the effort to maintain an integrated solution and to adapt it to changing business or IT requirements are lower than with isolated applications.

- The knowledge on how to use ERP Systems already exists, if such a system is applied in a company. User training is only necessary for the use of new functionalities and can be conducted by internal experts.

These advantages identified with pilot companies can be generalised with some limitations. Thus, for the majority of enterprises with the intention to introduce Environmental Accounting Instruments, ERP integrated solutions can be recommended at the current state of the art.

Within the research project, an intensive analysis was carried out how EMIS for material flow management can be used to supply Environmental Accounting Instruments on a continuous basis. Thus, such systems were ap-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

plied in all four pilot companies to analyse the production or certain production areas. All applications showed that ERP integrated solutions are better suited for supplying Environmental Accounting Instruments continuously than EMIS for material management[4]. Reasons mentioned in the concrete application scenarios were (among others) the relatively high effort to couple ERP Systems and EMIS when compared with an ERP integrated solution as well as that ERP functionalities were sufficient to support the instruments. This lead to the rebuttal of the original hypothesis that Environmental Accounting Instruments can be efficiently supplied continuously by EMIS for material flow management.

However, we expect that the coupling of EMIS for material flow management and ERP Systems will be easier in the future. First results in this direction were achieved in the research project CARE, where a Publicly Available Specification (PAS) to transfer environmentally relevant data from ERP Systems into Environmental Management Information Systems (EMIS) for material flow management was developed (DIN 2003, Busch et. al. 2004). This development still needs to be evaluated in a practical setting, but has the potential to lead to a wider application of EMIS for material flow management.

Yet, one-time analyses with EMIS for material flow management can be very valuable. Such systems are well suited as modelling tools for the analysis of material and energy flows, for setting up and comparing scenarios and for “what if”-analyses. Furthermore, they serve as a methodological support for a systematic procedure to conduct a material flow analysis or flow cost accounting. The use of such systems requires experts that know how to use and apply them.

Many small and medium-sized enterprises do not run an ERP System. However, they often use a company intranet based on a network IT structure in order to supply information and files (Spath 2003). An intranet is a private data net working with technologies of the public internet (Kyas 1997). Within the research project INTUS, a prototype for an environmental accounting intranet was developed. It can be used to consolidate environmental information from different applications and to supply it to the different users[5]. This solution primarily aims at small and medium-sized companies without an ERP System. The developed prototype is structured into different modules and uses ordinary IT technologies. It is thus easy to implement and can be used to administer and display environmental information together with business information. However, its use seems to make only sense in the case that an intranet already exists in the enterprise.

[4] There are hints, however, that EMIS for material flow management can be an interesting solution to plan and manage the production. This applies for branches with homogeneous material flows, where large amounts of material flow, such as foundries or breweries. In such cases, EMIS for material flow management would be used to continuously supply Environmental Accounting Instruments.

[5] A demo system can be found in the internet at http://www.bum.iao.fraunhofer.de/uc-intranet

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

1.2.4 Results with Regards to Organisational Implementation and Institutionalisation

The third area of the research project INTUS focused on organisational aspects of Environmental Accounting Instruments and their relation to environmental organisational learning processes. A comprehensive phase concept to implement and institutionalise Environmental Accounting Instruments was developed that incorporated experiences of the four pilot applications.

The term institutionalisation clarifies that this concept is not another guideline on how to introduce a certain Environmental Accounting Instrument. It is designed with a much wider focus and tries to bypass the usual problem of many research projects that end with the development of a prototype that is not yet institutionalised in the enterprise's organisation. Fundamental questions that arise when a continuous application of an instrument is sought such as the long term benefit or the effort to maintain the instrument are anticipated in the phase concept.

For the successful application of an Environmental Accounting Instrument in a company, the absolute benefit of the implementation as well as the future required effort to maintain the functionality of the instrument solution are crucial. The phase concept to implement and institutionalise Environmental Accounting Instruments was developed with the goal to reduce these two effort categories. This process is seen as an organisational innovation, since many findings from corporate innovation research can be applied. Reflecting various phase and promoter models for corporate innovation processes, the developed phase concept was oriented on the phase model to institutionalise organisational innovations by Tolbert/Zucker (1996) consisting of four phases, since this model takes into account the organisational sedimentation within the enterprise.

Idea generation: This phase comprises of idea search and pre-choice. In this context, the actual invention is not the development of a new Environmental Accounting Instrument but rather the generation of ideas for the enterprise specific adaptation and the organisational introduction and "anchoring" within the enterprise taking an adequate information technology support into account.

Specific problem solution: This phase is based on detailed analyses and comprises of the development of possibly various specific problem solving alternatives and the prototypical testing of the preferred solution.

Implementation: The implementation phase consists of the development of general, mutual meanings of the adapted attitudes, which allows an "allocation" of the respective actions. In this phase, the institutional character of a novelty can already be recognised due to pronounced, but still informal structures. In our case, the phase comprises the organisational anchoring through definition of tasks, responsibilities and their corporate implementation into the enterprise's operational and organisational structure including the realisation of the respective IT support.

Routinely Application: The sedimentation is completed, when the attitudes are established in "given structures" (formal structures) and activities can be

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

conducted routinely and without dependency on persons. This means for the Environmental Accounting Instruments that they are used in a routine within environmental accounting and that required adaptations or further developments on instrument or IT support are solved in this routine as well.

These four phases structure the whole procedure and leave enough place for further details to shape the phases of the innovation process.

The following tasks were methodologically solved and systematically integrated in the overall phase concept to implement and institutionalise Environmental Accounting Instruments (treated in more detail in separate developed concepts):

- development of an enterprise specific adapted Environmental Accounting Instrument solution,
- development of a suited IT support solution,
- enterprise specific organisational implementation of the developed overall solution, and the
- organisational institutionalisation of use and benefit of instrument solution into the enterprise's operational and organisational structure.

Different experts working in an interdisciplinary team are involved in the different work and learning processes depending on their background. It has been shown that the different phases of organisational learning have to be considered in the different project phases with varying intensity. Within the first and second phase (idea generation and specific problem solution), individual or project group specific learning is predominant, whereas in the phases implementation and routinely application organisational learning is more important.

Moreover, the concept includes decision situations and breakup possibilities for the case that the analyses show that the expected benefit does not justify a continuous application and organisational anchoring of the Environmental Accounting Instruments.

The developed phase concept allows enterprises, to implement and institutionalise Environmental Accounting Instruments into their operational and organisational structure in optimised learning processes.

1.2.5 Conclusion

When the idea for this research project was developed in 1999, many uncertainties existed about the relation between the considered Environmental Accounting Instruments to each other as well as the possible support by information technology and the chances to systematically overcome organisational barriers to introduce these instruments.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

The research project INTUS has shown that in order to answer these questions, we have to differentiate between the use of the instruments for a one-time analysis and their application for a continuous use for management and controlling purposes (see Tabelle 2). Earlier research have not made this differentiation but have concluded from early successes with one-time application that a continuous integration of the particular instrument is required. The research project INTUS showed, however, that this conclusion is not imperative. Some instruments as well as some possibilities for IT support are only suited for one-time application and not for continuous use. On the other hand, providing Environmental Accounting Instruments continuously is vital to foster organisational learning processes and to achieve continuous improvements.

Tabelle 2: Ideal type suitability of Environmental Accounting Instruments and IT solutions for one-time analyses and continuous application

	One-time Analysis	**Continuous Application**
Instruments	Input-Output Balance Flow Cost Accounting Environmental Performance Indicators (EPI)	Input-Output Balance Environmental Performance Indicators (EPI)
Software Solutions	spreadsheet software EMIS for material flow management	ERP integrated solutions Environmental Accounting-Intranet
Organisational Integration	none	phase concept to implement and institutionalise Environmental Accounting Instruments

At the end of the project, there is a conclusion that seems to be trivial, but shows political implications: To get a high priority and to be implemented, projects to provide Environmental Accounting Instruments for continuous application still have to show a good ratio between costs and benefit. If the net benefit is regarded as too low or is too low in reality, such projects are not carried out or they receive a low priority within the enterprise. Thus, the cost benefit ratio is decisive for the further diffusion of the Environmental Accounting Instruments. For environmental policy, this simple statement means, among others, that is has to be reflected how the factual or perceived use of the instruments can be increased. Possible approaches can be within the regulatory processes, voluntary agreements (i. e. for reporting) or within public relations.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

2 Einleitung und Ausgangssituation

Zu den klassischen Herausforderungen des Controllings gehört die effiziente Bereitstellung von Informationen zum richtigen Zeitpunkt, im aufgabengerechten Umfang und im geeigneten Format. Vor dieser Herausforderung steht auch das Umweltcontrolling, das in der betrieblichen Praxis eine Teilfunktion des Umweltmanagements darstellt. (Loew, Beucker et al. 2002)

Dem Umweltcontrolling steht heute eine Vielzahl an Instrumenten zur Verfügung. Zu den wichtigsten zählen Produktökobilanzen, die betriebliche Umweltbilanz, Umweltkennzahlen, verschiedene Ansätze der Umweltkostenrechnung und schließlich auch zahlreiche ökologische Bewertungsverfahren.

Die anfangs recht unterschiedlichen Ansätze der Produktökobilanzierung wurden inzwischen vereinheitlicht und die bewährte Vorgehensweise ist unter anderem in vier ISO Normen (ISO 14040 bis ISO 14043) beschrieben. Grundsätzlich ist bekannt in welchen Fällen, mit welcher Softwareunterstützung Produktökobilanzen und verwandte Ansätze sinnvoll angewendet werden können.

Ein anderes Bild zeigte sich bislang bei den Instrumenten, die der Unterstützung des produktionsbezogenen Umweltmanagements dienen. Hier werden seit längerem insbesondere die betriebliche Umweltbilanz (z.B. Hallay Pfriem 1992, Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt 1995), Umweltkennzahlen (z.B. Landesanstalt für Umweltschutz 1997, ISO 14031) und die Flusskostenrechnung (einem viel versprechenden Ansatz des Umweltkostenmanagements) (z.B. Strobel 2001, Fichter, Loew et al 1997) als erfolgversprechende Instrumente empfohlen. Alle drei Instrumente unterstützen das betriebsbezogene Umweltmanagement und haben gemein, dass sie zur Erschließung von ökonomisch vorteilhaften Umweltschutzmaßnahmen beitragen. Es ist allerdings kaum untersucht worden, in welchem Verhältnis diese Instrumente zueinander stehen, in welchen Fällen ein Umweltkennzahlensystem und in welchen Fällen die Flusskostenrechnung zu präferieren ist und ob diese Instrumente ggf. betriebliche Umweltbilanzen ersetzen können (Loew, Jürgens 1999).

Weitgehend ungeklärt blieb bislang auch die Frage, mit welchen EDV-Lösungen diese Instrumente effizient und zielgerecht bereitgestellt werden können. Obwohl die betriebswirtschaftlichen Softwaresysteme immer leistungsfähiger und anwenderfreundlicher geworden sind, werden bis heute in den meisten Unternehmen einfache Tabellenkalkulationen verwendet, um umweltbezogene Mengeninformationen wie z.B. Kennzahlen zu verwalten (Beucker, Jürgens et al 2002, Kottmann, Loew et al 1999). Letztendlich werden, trotz aller Leitfäden und Handbücher die betrachteten Umweltcontrollinginstrumente nur vergleichsweise selten systematisch angewendet.

Vor diesem Hintergrund wurde das Forschungsprojekt INTUS – *Operationalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling durch den effektiven Einsatz von Betrieblichen Umweltinformationssystemen* initiiert.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

3 Ziele des Forschungsvorhabens

Im Mittelpunkt des Projekts stand die Klärung der, für die Verbreitung der Umweltcontrollinginstrumente, zentralen Forschungsfragen:

- **Instrumente:** Wie stehen die Instrumente betriebliche Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung zueinander, wie können sie sinnvoll kombiniert werden und in welchen Fällen ist welche Instrumentenkombination zu empfehlen?

- **informatorische Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling:** Wie können die Instrumente effektiv informationstechnisch unterstützt werden? Welche Rolle nehmen dabei Betriebliche Umweltinformationssysteme ein?

- **organisatorische Integration:** Wie können die organisationalen Hemmnisse bei der Einführung der Instrumente überwunden werden?

Die Entwicklung der Konzepte, die diese Fragen beantworten, fand sowohl im Rahmen des wissenschaftlichen Leitprojekts, als auch gemeinsam in Umsetzungsvorhaben mit den vier Pilotunternehmen SCHOTT Glas, Continental Teves/Temic, Göhring und Ensinger Mineral-Heilquellen statt (Abbildung 1).

Gesamtziel des Verbundvorhabens war es, eine systematische und effiziente Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrolling einem breiten Kreis von Unternehmen und Umweltmanagementpraktikern zu ermöglichen. Um dieses Ziel erreichen zu können, sollten anwendungsorientierte Implementierungs- und Institutionalisierungskonzepte entwickelt werden, die eine zielorientierte Überwindung organisatorischer und informatorischer Hemmnisse ermöglichen, um damit eine weitgehende Integration der Instrumente des Umweltcontrolling ermöglichen. Des weiteren sollte eine deutliche Verbesserung und dauerhafte Verankerung von Instrumenten des Umweltcontrolling in den Umsetzungsunternehmen erreicht werden und über deren aktive Beteiligung eine hohe Praxisorientierung und eine weitgehende Übertragbarkeit der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse erreicht werden. Schließlich wurde eine schnelle Diffusion der Forschungsergebnisse in die Wirtschaft direkt und über Multiplikatoren wie Berater, Wissenschaftler und Anbieter von BUIS angestrebt.

Zur Erreichung dieser Ziele und der Klärung der zentralen Forschungsfragen wurden folgende Teilziele verfolgt:

- die vergleichende Analyse der Instrumente des betrieblichen Umweltcontrolling auf ihre Leistungsfähigkeit und ihren Funktionsumfang in der Praxis sowie die Entwicklung einer allgemein anwendbaren Vorgehensweise für Unternehmen zur Gestaltung des unternehmensspezifischen Instrumentenmixes für das Umweltcontrolling,

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- die Auswertung von praktischer Erfahrungen der Industrie im Einsatz betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIS), die Aufbereitung von Anforderungen von Instrumenten des Umweltcontrolling an eine effiziente informationstechnische Unterstützung, die Untersuchung von Potenzialen und Grenzen des Einsatzes von BUIS für eine zielorientierte Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling,

- die Analyse der Verfügbarkeit umweltrelevanter Daten in betrieblichen IT-Systemen.

- die Entwicklung übertragbarer Konzepte für die Bereitstellung und Kommunikation geeigneter Informationen bei der Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling unter Nutzung von Potentialen von Betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS).

- die Untersuchung von Anwendungshemmnissen für die Instrumente des Umweltcontrolling, sowie die Entwicklung innovativer Formen der organisatorischen Verankerung der Instrumente.

- die Entwicklung eines erfolgreich umsetzbaren Konzeptes zur Einführung und Institutionalisierung von Instrumenten des betrieblichen Umweltcontrolling.

Teilnehmende Institutionen am Forschungsprojekt INTUS waren

- das Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart (Projektleitung),

- das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH in Berlin

- die Alfred Göhring GmbH & Co. KG in Untersiemau,

- die Continental Teves AG & Co. oHG in Frankfurt bzw. die Continental Temic in Nürnberg,

- die Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH in Vaihingen/Enz,

- die Firma SCHOTT Glas in Mainz,

- und (im Unterauftrag der Unternehmen) das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in Stuttgart

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Abbildung 1: Aufbau des Forschungsprojekts INTUS

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

4 Vorgehensweise

Das Forschungsprojekts INTUS gliederte sich in ein Leitprojekt und vier Betriebsvorhaben mit den Firmen Alfred Göhring GmbH & Co. KG, Continental Teves AG & Co. oHG bzw. Continental Temic, Ensinger Mineral-Heilquellen und SCHOTT Glas in Mainz , die in enger Verbindung miteinander durchgeführt wurden. Theoretische Arbeiten aus dem Leitprojekt flossen in die Betriebsvorhaben ein, während umgekehrt auch Ergebnisse und Erfahrungen aus den Betriebsvorhaben im Leitprojekt genutzt wurden.

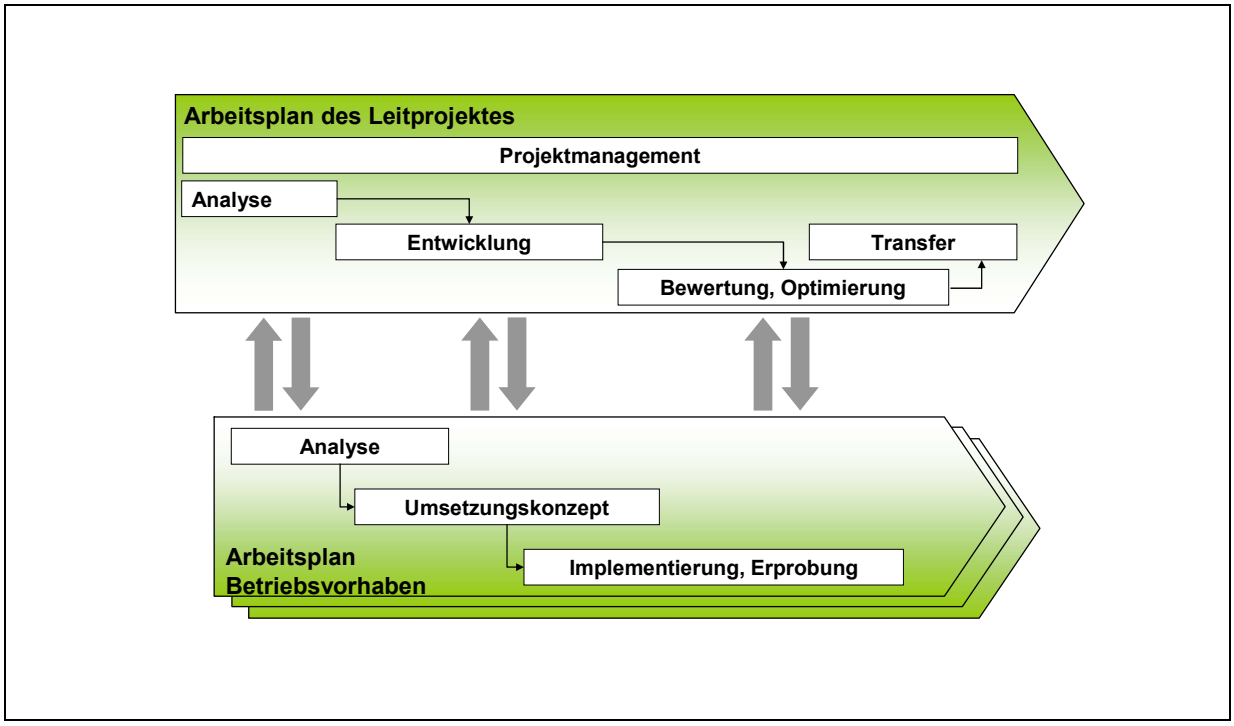


Abbildung 2: Vorgehen im Forschungsprojekt INTUS

Das wissenschaftliche Leitprojekt gliederte sich in vier Arbeitspakete.

Im **Arbeitspaket 1** wurden die wissenschaftlichen Grundlagen analysiert. Dazu wurde eine Analyse der fokussierten Instrumenten des betrieblichen Umweltcontrolling (betriebliche Umweltbilanz, Umweltkennzahlen, Flusskostenrechnung) durchgeführt und deren Anforderungen für eine informationstechnische Unterstützung durch BUIS aufbereitet. Des weiteren wurden Anwendungshemmnisse erarbeitet. Als Ergebnis wurde der Bericht Loew, Thomas; Beucker, Severin; Jürgens, Gunnar (2002): Vergleichende Analyse der Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Diskussionspapier des IÖW 53/02, Berlin veröffentlicht.

Des weiteren wurden erfolgreiche Organisationslösungen für die Instrumente des betrieblichen Umweltcontrolling analysiert, um innovative Formen der organisatorischen Verankerung der verschiedenen Instrumente zu identifizieren und Anwendungshemmnisse zu identifizieren. Das Ergebnis wurde im Bericht Steinfeldt, Michael; Hoffmann, Esther (2003): Organisationales Lernen und umweltbezogene Lernprozesse veröffentlicht.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Schließlich wurde eine Analyse des Softwareeinsatzes zur Unterstützung des betrieblichen Umweltcontrolling durchgeführt. Dort wurden die innerhalb der Unternehmenspraxis vorliegenden Erfahrungen im Einsatz betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIS) identifiziert als Grundlage für Entwicklung anwendungsorientierter Einführungs- und Anwendungskonzepte, Potenziale und Grenzen des Einsatzes von BUIS für eine Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling abgeleitet und die Verfügbarkeit umweltrelevanter Daten in betrieblichen IT-Systemen identifiziert und klassifiziert. Die Ergebnisse hierzu wurden veröffentlicht in Jürgens, Gunnar; Lang, Claus; Beucker, Severin; Loew , Thomas (2002): Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart und in Lang, Claus; Rey, Uwe (2002): Analyse von ERP-Systemen als Datenlieferant für Betriebliche Umweltinformationssysteme zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart.

In **Arbeitspaket 2** wurden geeignete Implementierungs- und Institutionalisierungskonzepte entwickelt. Diese Entwicklung lief zeitlich parallel mit der Analyse der Umsetzungsunternehmen und der Erarbeitung der jeweiligen unternehmensspezifischen Umsetzungskonzepte (vgl. auch Abbildung 1), wodurch die betrieblichen Erfahrungen sofort in die Konzeptentwicklung zurückgekoppelt wurden. Es wurde ein Konzept zur Verknüpfung der einzelnen Instrumente des Umweltcontrolling erarbeitet, das Potenziale und Grenzen bei der Kombination von Instrumenten des Umweltcontrolling aufzeigt, ein Konzept zur Implementierung und Institutionalisierung der verknüpften Instrumente des betrieblichen Umweltcontrolling, sowie ein Konzept für eine effektive Unterstützung der Controllinginstrumente durch Betriebliche Informationssysteme entwickelt. Hierbei zeigte sich, dass die ursprünglich geplante Ausrichtung der informatorischen Unterstützung der Instrumente des Umweltcontrolling durch Betriebliche Umweltinformationssysteme als zu eng ausgelegt war, deshalb wurden die konzeptionellen Arbeiten auf Betriebliche Informationssysteme allgemein ausgeweitet.

Die erarbeiteten Analysen aus Arbeitspaket 1 und Konzepte aus Arbeitspaket 2 wurden in **Arbeitspaket 3** durch einen intensiven Erfahrungsabgleich mit den parallel durchgeführten Betriebsvorhaben bei den vier Pilotunternehmen bewertet und optimiert und schließlich veröffentlicht in den Berichten

- Loew, Thomas (2003): Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

- Heubach, Daniel; Lang, Claus; Loew, Thomas (2003): Anwendung von betrieblichen Informationssystemen im Umweltcontrolling – Potenziale und Praxisbeispiele, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

- Lang, Claus; Heubach, Daniel: Die Einführung von Instrumenten des betrieblichen Umweltcontrolling mit Unterstützung von betrieblichen

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Informationssystemen, Arbeitsbericht des IAT an der Universität Stuttgart, Stuttgart

- Steinfeldt, Michael; Lang, Claus: Konzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling, Berlin

Die entwickelten Konzepte und Umsetzungserfahrungen wurden in **Arbeitspaket 4** generalisiert und in Wissenschaft und Praxis transferiert. Detaillierte Informationen hierzu finden sich in Kapitel 14.2.

Arbeitsplan in den „Betriebsvorhaben“

Die Arbeiten der vier beteiligten Betriebsvorhaben wurde in gesonderten Schlussberichten detailliert beschrieben. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich in Kapitel 10 dieses Berichts.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

5 Umweltmanagement und Umweltcontrolling

5.1 Begriffliche Abgrenzung

Das Forschungsprojekt INTUS hat in seinem Titel den Begriff Umweltcontrolling verwendet, nicht zuletzt weil in Deutschland Umweltcontrolling allgemein als anspruchsvoller angesehen wird als „gewöhnliches“ Umweltmanagement.

Um eine klare begriffliche Grundlage zu schaffen wurden die beiden Begriffe in dem Vorhaben systematisch analysiert (Loew et. al 2002). Es zeigte sich, dass obwohl seit über zehn Jahren betriebliches Umweltmanagement entwickelt, diskutiert und in zahlreichen Unternehmen mit Erfolg praktiziert wird, bis heute keine international akzeptierte, einheitliche Definition für Umweltmanagement existiert.

Sowohl in der ISO 14001 (Umweltmanagementsysteme), als auch in der EG-Öko-Audit- Verordnung (EMAS) wird dieser Begriff nicht definiert. Beim Lesen der Dokumente wird deutlich, dass der Begriff Management möglichst vermieden wird. Am weitesten wagt sich die ISO 14031 (Umweltleistungsmessung) vor. Hier wird in den Definitionen zu Umweltleistung und Umweltleistungskennzahl der Begriff „Umweltmanagement“ zumindest in den Formulierungen verwendet.

Auf Basis einer systematischen Analyse relevanter Quellen zu Umweltmanagement kam das Forschungsteam zu dem Ergebnis, dass für eine Definition von Umweltmanagement der Vorschlag von Arndt (1997) am besten geeignet ist: „Der Begriff Umweltmanagement bezieht sich auf die aktive Ausführung der Funktionen und Aufgaben im Rahmen des betrieblichen Umweltschutzes. Ein Managementsystem bezeichnet allgemein den organisatorischen Rahmen, also die Aufbau- und Ablauforganisation“ (Arndt 1997:95).

Umweltmanagement ist demnach das aktive Ausführen von Funktionen und Aufgaben im Rahmen des betrieblichen Umweltschutzes.

Ebenso wie Schwierigkeiten bei der Begriffsdefinition von Umweltmanagement bestehen, liegt auch für den Begriff Umweltcontrolling keine allgemein anerkannte Definition vor. Ein weiteres Problem besteht zudem bei der Abgrenzung zwischen Umweltcontrolling und Umweltmanagement. Dabei handelt es sich nicht um ein spezifisches Problem der Umweltforschung, vielmehr besteht bis heute in der Betriebswirtschaftslehre keine Einigkeit über den Controllingbegriff.

In den Lehrbüchern ist man sich nicht einig, ob Controlling überhaupt als eigenes Teilgebiet der Betriebswirtschaft anzusehen ist. In mehreren Standardwerken der Betriebswirtschaft (vgl. Wöhe 1996:200) wird Controlling nur begrenzt behandelt. Demgegenüber stehen mehrere Controlling Lehrbücher, die sich wesentlich mit der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre (vgl. Horvát 1996) oder dem Rechnungswesen (vgl. Serfling 1992) befassen (vgl. Küpper 1997:3). Letztendlich bietet die Betriebswirtschaftslehre also keine Unterstützung für die klare Abgrenzung zwischen Umweltmanagement und Umweltcontrolling.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Daher mussten die Quellen zu Umweltcontrolling und Umweltmanagement ausgewertet werden. Zunächst wurden zahlreiche Überschneidungen identifiziert. Mit beiden Begriffen werden Managementkreisläufe (vgl. Wöhe 1996:97) gemeint, die die Elemente Analyse, Zielsetzung und Umsetzung enthalten (siehe Abbildung 3)

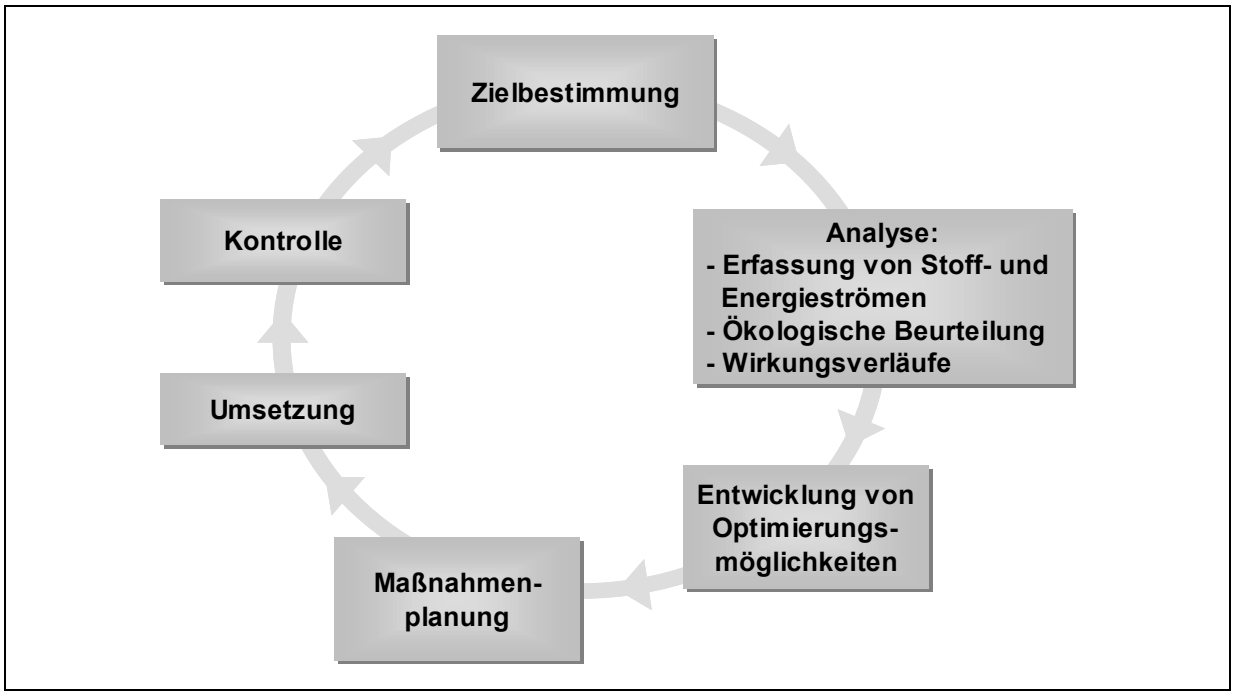


Abbildung 3: Umweltcontrolling-Kreislauf (eigene Darstellung in Anlehnung an BMU/UBA 2000 und Hallay/Pfriem 1992)

Als wesentlicher Unterschied zwischen den Verbesserungskreisläufen im Umweltcontrolling und in den Umweltmanagementsystemen wurde die Ausrichtung der Kreisläufe identifiziert. Die Kreisläufe der Umweltmanagementsysteme nach EMAS oder ISO betonen Managementprozesse und verlangen somit die Formulierung einer Umweltpolitik die Erstellung eines Umweltprogramms und eine Überprüfung des Managementsystems.

Umweltcontrolling dagegen stellt die Stoff- und Energieströme als Ansatzpunkt zur Reduzierung der Umweltbelastungen in den Mittelpunkt. Es wird gezeigt mit welchen Instrumenten die Stoff- und Energieströme analysiert und gesteuert werden können. Diese Ausrichtung auf die Stoff- und Energieströme dürfte der Grund sein, weshalb in Deutschland Umweltcontrolling zum Teil als besseres Umweltmanagement angesehen wird. Betrachtet man jedoch, wie oben vorgeschlagen, Umweltmanagement als „die aktive Ausführung der Funktionen und Aufgaben im Rahmen des betrieblichen Umweltschutzes“ (vgl. Arndt 1997), dann ist Umweltcontrolling derjenige Bestandteil des Umweltmanagements, der sich primär mit der Verbesserung der betrieblichen Umweltleistung durch die Anpassung der Material- und Energieflüsse befasst. Damit ist Umweltcontrolling also ein Teil des Umweltmanagements. Mit Blick auf die Instrumente des Umweltcontrollings kann daher auch synonym von Instrumenten des betrieblichen Umweltmanagements gesprochen werden.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Im Forschungsprojekt INTUS wird sofern – es sprachlich sinnvoll machbar ist – bewusst von den Instrumenten des Umweltcontrollings gesprochen, um sowohl die Stoffstromorientierung, als auch die besondere Wertschätzung, die mit Umweltcontrolling verbunden ist zu betonen.

5.2 Ziele und Aufgaben des Umweltmanagements und der betrachteten Instrumente

5.2.1 Ziele

Um klar zu definieren welche Aufgaben die Instrumente des Umweltcontrolling unterstützen sollen, sind zunächst die Ziele zu betrachten, die mit betrieblichem Umweltmanagement erreicht werden sollen. Hier kann unterschieden werden zwischen

originären Zielen des Umweltmanagements und den
wettbewerblichen Zielen (Erschließung von Wettbewerbsvorteilen)

Bei der Entwicklung des Umweltmanagements und der Instrumente des betrieblichen Umweltcontrollings stand der Umweltschutz, also die Verringerung der Umweltbelastungen in der Produktion und im Produktlebenszyklus im Vordergrund. Deshalb werden diese Ziele hier als originäre Ziele des Umweltmanagements bezeichnet. Weiterhin können hier „Compliance“ und Vermeidung von umweltbezogenen Risiken ergänzt werden (siehe auch Abbildung 4).

Im weiteren Zeitverlauf der Entwicklung des Umweltmanagements wurden verschiedene Möglichkeiten identifiziert, wie mit einer umweltorientierten Unternehmensführung Wettbewerbsvorteile erschlossen werden können.

Heutzutage streben Unternehmen zum Teil sehr unterschiedliche Ziele mit ihrem Umweltmanagement an. Genannt werden hier u.a. Kostensenkungen, Qualitätssteigerung, Marktvorteile, Marktabsicherung und Imagepflege.

5.2.2 Aufgaben

Zur Erreichung dieser Ziele muss das Umweltmanagement verschiedene Aufgaben erfüllen bzw. unterstützen. Zu den Schwerpunkten, wie sie beispielsweise in der ISO 14001 und der EG-Öko-Audit Verordnung beschrieben werden zählen u.a. die folgenden Aufgaben, die hauptsächlich, aber nicht nur den originären Zielen des Umweltmanagements dienen:

- Identifikation der relevanten Umweltaspekte
- Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen (insbesondere aber nicht nur Ökoeffizienzpotenziale) in der Produktion
- Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen im Produktlebenszyklus
- Unterstützung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP)

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- Identifikation von Schwachstellen im ERP-System
- Unterstützung der Umweltkommunikation

Die Instrumente des Umweltcontrollings müssen diese Aufgaben durch die Bereitstellung von geeigneten Informationen unterstützen.

Der Zusammenhang, zwischen den Zielen des Umweltmanagements, seinen Aufgaben sowie den Funktionen des Umweltcontrollings und den Instrumenten ist in Abbildung 4 dargestellt.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

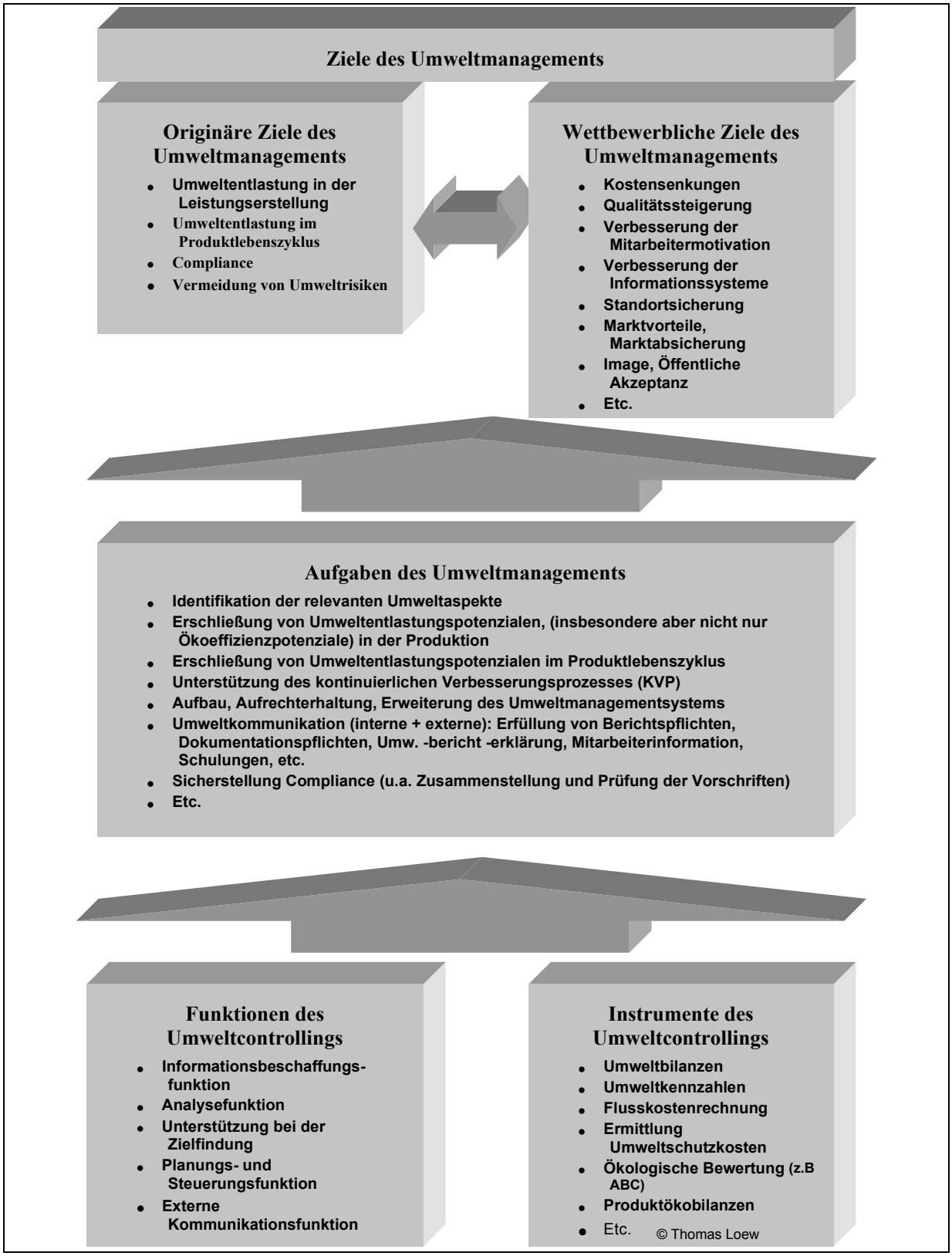


Abbildung 4: Ziele und Aufgaben des Umweltmanagements im Kontext zu den Funktionen und Instrumenten des Umweltcontrollings (Quelle: Loew et al. 2002)

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

5.2.3 Charakter der Aufgaben

Wie in Abbildung 4 deutlich wird, müssen die Instrumente des Umweltcontrollings die Aufgaben des Umweltmanagements unterstützen, damit die Ziele des Umweltmanagements (besser) erreicht werden können. Daher wurden die Aufgaben des Umweltmanagements bei der Entwicklung des Konzepts vertiefend untersucht (Loew 2003).

Bei der Aufgabe „Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen“ wurde eine wichtige Feststellung gemacht. Es stellte sich heraus, dass bei der Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen zwischen einmaligen und kontinuierlichen Maßnahmen unterschieden werden muss (Tabelle 3). Einmalige Maßnahmen können in der Anpassung von Arbeitsabläufen, in der Veränderung der eingesetzten Materialien, in der Optimierung von Prozessen und schließlich in der Verbesserung des Produktdesigns liegen. Sicherlich werden gerade durch die einmaligen Maßnahmen besonders große Umweltentlastungen erschlossen.

Unter kontinuierlichen Maßnahmen werden solche Maßnahmen verstanden, die nur durch das kontinuierliche Bemühen von Personen zu den erwünschten Veränderungen führen. Beispiele sind die Vermeidung von Ausschuss oder ein effizienter Einsatz von Betriebsmitteln.

Im unmittelbaren Zusammenhang zu der hier vorgenommenen Differenzierung zwischen einmaligen und kontinuierlichen Maßnahmen steht die Feststellung, dass bei der Anwendung der Instrumente zwischen der einmaligen Anwendung der Instrumente für konkrete Analysezwecke und einer dauerhaften Bereitstellung und Nutzung der Instrumente unterschieden werden muss. Häufig wurden in den verschiedenen Pilotvorhaben bei der Einführung der Instrumente nennenswerte Umweltentlastungspotenziale identifiziert, mit denen meistens auch Kostensenkungen einher gingen. Diese positiven Erfahrungen wurden dann einerseits als Erfolgsbeispiele bei der Erstellung von Publikationen herangezogen und andererseits motivierten sie die Unternehmen das jeweilige Instrument dauerhaft zu implementieren.

Daher ist die Unterscheidung zwischen einmaliger Analyse und dauerhafter Bereitstellung und Nutzung der Instrumente von Bedeutung, wenn die Eignung der verschiedenen Instrumente analysiert wird und Empfehlungen für die Kombination der Instrumente gegeben werden.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Tabelle 3: Matrix zur Charakterisierung von Umweltschutzmaßnahmen (Quelle Loew 2003)

	Mensch (Arbeitsablauf)	**Material → Produktion → Produkt**	**Technologie Produktion**	**Konstruktion Produkt**
Einmalige Maßnahmen	Neue Arbeitsabläufe z.B. neue Abläufe zur Abfalltrennung, Dosierung, etc.	Materialsubstitution Betriebsstoffe → Entlastung Produktion Roh-, Hilfsstoffe → Entlastung Produktlebenszyklus	Neue oder optimierte technische Prozesse z.B. Wasserkreislaufführung, EOP-Anlagen, integrierte UWS-Technologien	Neue oder optimierte Technologien z.B. 3-Liter Auto, Gewichtsreduktion von Fahrzeugen
Kontinuierliche Maßnahmen (mit unmittelbaren Auswirkungen auf die UW-Leistung)	Einhaltung der (vorgegebenen) optimalen Arbeitsabläufe z.B. optimale Steuerung der technischen Prozesse	Sicherstellung der angestrebten Qualität der Einsatzmaterialien *(Die kontinuierliche Suche nach Substituten in der F+E ist eine mittelbare Maßnahme, die im Idealfall zu den o.g. „einmaligen“ Maßnahmen führt.)*	Sicherstellung der optimalen Funktion der technischen Prozesse *(Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Prozesse durch die F+E Abteilung ist eine mittelbare Maßnahme, die im Idealfall zu den o.g. „einmaligen“ Maßnahmen führt.)*	Sicherstellung der technischen Funktionsfähigkeit der Produkte *(Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Produkte durch die F+E Abteilung ist eine mittelbare Maßnahme, die im Idealfall zu den o.g. „einmaligen“ Maßnahmen führt.)*

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

6 Betrachtete Instrumente des Umweltcontrolling

6.1 Fragestellung

Zu den klassischen Herausforderungen des Controllings gehört die effiziente Bereitstellung von Informationen zum richtigen Zeitpunkt, im aufgabengerechten Umfang und im geeigneten Format. Vor dieser Herausforderung steht auch das Umweltcontrolling als Teilfunktion des Umweltmanagements. (Loew et al. 2002)

Dem Umweltcontrolling steht heute eine Vielzahl an Instrumenten zur Verfügung. Zu den wichtigsten zählen Produktökobilanzen, die betriebliche Umweltbilanz, Umweltkennzahlen, verschiedene Ansätze der Umweltkostenrechnung und schließlich auch zahlreiche ökologische Bewertungsverfahren. Die anfangs recht unterschiedlichen Ansätze der Produktökobilanzierung wurden inzwischen vereinheitlicht und die bewährte Vorgehensweise ist unter anderem in vier ISO Normen (ISO 14040 bis ISO 14043) beschrieben. Grundsätzlich ist bekannt, in welchen Fällen, mit welcher Softwareunterstützung Produktökobilanzen und verwandte Ansätze sinnvoll angewendet werden können.

Ein anderes Bild zeigte sich bislang bei den Instrumenten, die der Unterstützung des produktionsbezogenen Umweltmanagements dienen. Hier werden seit längerem insbesondere die betriebliche Umweltbilanz (z.B. Hallay, Pfriem 1992, Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt 1995), Umweltkennzahlen (z.B. Landesanstalt für Umweltschutz 1997, ISO 14031) und die Flusskostenrechnung (einem vielversprechenden Ansatz des Umweltkostenmanagements) (z.B. Strobel 2001, Fichter, Loew Seidel 1997) als erfolgsversprechende Instrumente empfohlen. Alle drei Instrumente unterstützen das betriebsbezogene Umweltmanagement und haben gemein, dass sie zur Erschließung von ökonomisch vorteilhaften Umweltschutzmaßnahmen beitragen. Es wurde allerdings bislang nicht untersucht, wie die Instrumente betriebliche Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung zueinander stehen, wie sie sinnvoll kombiniert werden können und in welchen Fällen welche Instrumentenkombination zu empfehlen ist (Loew, Jürgens 1999).

Dieser Frage wurde im Forschungsprojekt INTUS vertiefend nachgegangen. Zur Beurteilung der Instrumente wurde ihr Beitrag zu den oben dargestellten Aufgaben des Umweltmanagements analysiert. Zunächst werden die betrachteten Instrumente näher vorgestellt.

6.2 Betriebliche Umweltbilanz

6.2.1 Vorstellung des Instruments

Die betriebliche Umweltbilanz ist das älteste und am weitesten ausgereifte Instrument des betrieblichen Umweltcontrolling. Sie wurde bereits Mitte der 80er Jahre entwickelt (Projektgruppe Stoffbilanzen 1984, Pfriem 1986) und ist u.a. in dem vielzitierten Klassiker „Öko-Controlling“ von Hallay und Pfriem (1992) ausführlich beschrieben.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Unter einer betrieblichen Umweltbilanz versteht man eine Aufstellung der Input- und Outputmengen eines Unternehmens oder eines Standorts in einem festgelegten Zeitraum. Auf der Inputseite werden die eingesetzten Stoff- und Energiemengen aufgeführt. Auf der Outputseite werden Produkte sowie stoffliche und energetische Emissionen erfasst.

Für eine didaktische, nachvollziehbare Darstellung werden die Bilanzen in T-Kontenform abgebildet, bei denen die Inputs links und die Outputs rechts stehen. Die Bilanzen werden nach physikalischen Gesichtspunkten gegliedert, man spricht von einem Kontenrahmen und von Bilanzpositionen (siehe Tabelle 4).

Betriebliche Umweltbilanzen sind von Ihrem Prinzip verwandt mit Produktökobilanzen, bei denen der Lebenszyklus eines Produkts betrachtet wird. Ebenso ähneln sie Prozessbilanzen, bei denen ein Produktionsprozess betrachtet wird. Diese Instrumente werden hier jedoch nicht betrachtet, da sie andere Aufgaben erfüllen und nicht in unmittelbarer Konkurrenz zu Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung gesehen werden.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Tabelle 4: Kontenrahmen am Bespiel Möbelindustrie (Quelle: Handbuch Umweltcontrolling, 2. Auflage 2001)

I. Input	O. Output
I.1 Rohstoffe I.1.1 Metalle I.1.1.1 Aluminium I.1.1.2 Stahl I.1.1.3 Zink I.1.2 Kunststoffe I.1.2.1 Polyamid (PA) I.1.2.2 Polyethylen (PE) ... **I.2 Hilfsstoffe** I.2.1 Klebstoffe I.2.2 Lacke I.2.3 Lösemittel **I.3 Halbfabrikate** ... **I.4 Verpackung** ... **I.5 Ersatzteile** ... **I.6 Handelswaren** **I.7 Rücknahmeprodukte** **I.8 Büromaterialien** ... **I.9 Kantine/ Verpflegung** **I.10 Wasser** ... **I.11 Energie** ...	**O.1 Produkte** O.1.1 Stühle O.1.2 Tische **O.2 Abluft** O.2.1 Stickoxide O.2.2 Kohlenmonoxid O.2.3 Schwefeldioxid **O.3 Abwärme** **…..** **O.4 Abwasser** ... **O.5 Abfall** ... **O.6 Lärm**

6.2.2 Nutzen

Folgender Nutzen kann mit betrieblichen Umweltbilanzen erzielt werden (vgl. BMU, UBA 2001:199ff.):

- Grundlage für die Ermittlung der relevanten Umweltaspekte
- Identifikation von ökologischen Schwachstellen
- Identifikation von ökonomischen Schwachstellen

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- Feststellung von Trends
- Erfüllung der Anforderungen der EMAS und der ISO 14001
- Grundlage für die externe und interne Umweltkommunikation insbesondere in Umweltberichten und –erklärungen

Umweltbilanzen dienen beim Aufbau eines Umweltmanagementsystems als Grundlage zur Ermittlung der relevanten Umweltaspekte. Anhand der Aufstellung der ein- und ausgehenden Stoff- und Energieströme können die damit verbundenen Umweltauswirkungen qualitativ abgeschätzt werden. Neben den so identifizierten relevanten Umweltaspekten bei der Produktion müssen zusätzlich die Umweltaspekte der Produkte abgeschätzt werden. Hier müssen ergänzend Lebenszyklusbetrachtungen angestellt werden.

Bei der erstmaligen Anwendung des Instruments Umweltbilanz werden kritische Stoffe und Emissionen als ökologische Schwachstellen erkennbar. Überraschend hohe Verbrauchs- oder Abfallmengen lassen auf ineffiziente Abläufe und Prozesse, damit also auf ökonomische Schwachstellen schließen.

In beiden Fällen, also bei ökonomischen und ökologischen Schwachstellen, stellt die Umweltbilanz somit den Ausgangspunkt für die weitere Untersuchung dar. Für die auf Basis der einfachen Input-Output Betrachtung als kritisch eingestuften Stoffflüsse sind diejenigen Prozesse zu identifizieren, bei denen sie anfallen oder verbraucht werden.

Eine regelmäßige Erstellung der Umweltbilanz ermöglicht die Feststellung von Trends in der Zusammensetzung der umweltrelevanten Stoffströme und der mengenmäßigen Entwicklung der einzelnen Stoffströme selbst.

Hier besteht eine nicht eindeutig zu definierende Überschneidung zu Umweltkennzahlen. Absolute Verbrauchs- und Emissionswerte (z.B. Energieverbrauch, NO_x- Emissionen) können auch als Umweltkennzahlen betrachtet werden. Diese Abgrenzungsproblematik wird in dem Abschnitt zu Umweltkennzahlen näher erörtert.

6.2.3 Anwendungshemmnisse

Das Hauptproblem bei der Anwendung wird in dem Aufwand bei der Ermittlung und der Zusammenstellung der Bilanzdaten gesehen. Hinzu kommt bei einer dauerhaften Anwendung, dass der erwartete Nutzen einer wiederholten Bilanzbetrachtung geringer ist, als bei einer erstmaligen Verwendung des Instruments Umweltbilanz. Denn relevante Schwachstellen werden in den meisten Fällen nur bei der erstmaligen Anwendung identifiziert. Schließlich bereiten die vergleichsweise großen zeitlichen Abstände bei der Bilanzerstellung Probleme für die feste Verankerung des Instruments im Managementsystem. Üblich sind Abstände von 1 bis 3 Jahre. Somit behält der Erstellungsprozess auch bei wiederholter Anwendung Projektcharakter und

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

muss sich daher gegenüber dem Tagesgeschäft und Kritikern im Unternehmen wiederholt behaupten.

6.2.4 Anwendungspraxis

Die EG-Öko-Audit Verordnung (EMAS) verlangt von den teilnehmenden Unternehmen eine quantitative Ermittlung der relevanten Stoff- und Energieflüsse zur Beurteilung der relevanten Umweltaspekte und zur Darstellung in der Umwelterklärung.[6] In vielen Umwelterklärungen wird diese Anforderung mit Hilfe von Umweltbilanzen erfüllt.

Auch die ISO 14001 (Umweltmanagementsysteme) fordert die Unternehmen auf, ein Verfahren zu entwickeln, um die relevanten Umweltaspekte zu bestimmen und die zugrundeliegenden Ursachen zu überwachen, was sich in vielen Fällen am besten mittels betrieblicher Umweltbilanzen lösen lässt.

Da in Deutschland über 2300 Unternehmen am EMAS System teilnehmen und über 3.800 Unternehmen gemäß ISO 14001 zertifiziert sind (Peglau 2003), kann durchaus von einer relevanten Verbreitung des Instruments ausgegangen werden. Aus den Unternehmen, die nicht gemäß EMAS oder ISO registriert sind, liegen keine Erfahrungen vor.

Aus dem vom IÖW regelmäßig durchgeführten Ranking der Umweltberichte lässt sich ein Eindruck über die Verwendung von Umweltbilanzen von großen Unternehmen gewinnen. Im Ranking 2000 wurden die 150 größten Unternehmen aus Industrie, Handel sowie Banken und Versicherung berücksichtigt. Von diesen Unternehmen lagen 61 Berichte vor (vgl. future IÖW 2000). Hier sind folgende Ergebnisse festzustellen:[7]

- Knapp über die Hälfte der Berichte enthalten Angaben zu den wesentlichen Hauptmassenströmen und zu Problemstoffen.
- In 1/4 dieser Berichte sind vollständige Umweltbilanzen enthalten.
- 1/5 der Berichte und damit 1/5 der berichterstattenden Unternehmen macht nur unvollständige Angaben zu den relevanten Stoff- und Energieströmen.

[6] Vgl. EMAS II , Artikel 3 (2) c) (Umwelterklärung) in Verbindung mit: Anhang III (Umwelterklärung), 3.2 e) und Anhang VI (Umweltaspekte) sowie Artikel 3 (2) d) (Umweltprüfung) in Verbindung mit Anhang VII (Umweltprüfung).

[7] Eigene Auswertung des IÖW für das Forschungsprojekt INTUS basierend auf den Punktergebnissen im Ranking 2000.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

6.2.5 Zwischenfazit

Umweltbilanzen sind ein klassisches Einsteigerinstrument beim Aufbau eines Umweltmanagementsystems, da sie ggf. erstmals einen systematischen Blick auf die relevanten Umweltaspekte des Standorts ermöglichen.

Weil die Standorte bzw. das Unternehmen als „black box“ betrachtet werden, eignen sich betriebliche Umweltbilanzen für alle Fertigungstypen gleichermaßen.

Das Instrument Umweltbilanz ist vergleichsweise unkompliziert und kann somit ohne besondere Vorkenntnisse oder externe Unterstützung angewendet werden. Von daher eignet es sich für klein- und mittelständische Unternehmen ebenso wie für Großunternehmen.

Umweltbilanzen stellen somit für viele Anwender einen guten Einstieg bei der Ermittlung von Umweltaspekten und Schwachstellen dar. Für die dauerhafte Anwendung sowie die Ermittlung von Optimierungspotentialen stellen sie jedoch keine detaillierten Informationen zur Verfügung. Hierzu müssen die umweltrelevanten Stoffströme und die Prozesse, die sie durchlaufen, analysiert werden.

Dies kann entweder fallweise oder für alle Prozesse gemeinsam durchgeführt werden. Um einzelne Prozesse oder eine Kette von Prozessen systematisch zu analysieren, können Prozessbilanzen erstellt und/oder Umweltkennzahlen eingesetzt werden. Schließlich geht es auch ohne Umweltcontrollinginstrumente, indem beispielsweise einfach durch Nachdenken die Ursachen und mögliche Abhilfen für Schwachstellen reflektiert werden.

6.3 Umweltkennzahlen

6.3.1 Vorstellung des Instruments

Historisch betrachtet lassen sich bei dem Instrument Umweltkennzahlen zwei Entwicklungslinien feststellen. Die praktische Anwendung wurde zunächst stark durch die aufkommende Umweltberichterstattung Anfang der 90er Jahre und später durch die Einrichtung der Umweltmanagementsysteme gemäß EMAS und ISO geprägt. Umweltkennzahlen wurden häufig in einem ersten Schritt primär für die externe Kommunikation in den Umweltberichten und -erklärungen zur Darstellung der zumeist positiven Trends verwendet. Sicherlich wurden tendenziell versuchsweise auch intern erste Kennzahlen erstellt, indem die Werte der Umweltbilanzen in Bezug zu Produktionsdaten oder Mitarbeiterzahlen gesetzt wurden.

Die zweite und für die Leistungsfähigkeit des Instruments sicherlich bedeutsamere Entwicklungslinie ist in den verschiedenen Forschungsprojekten und der Erstellung der ISO 14031 „Umweltmanagement – Umweltleistungsbewertung“ zu sehen. Mehrere Projekte stehen im engen Kontext zu der Norm. (vgl. Kottmann, Loew, Clausen 1999:23 ff.) Zu nennen ist hier insbesondere das langjährige Vorhaben des European Green Table, der auf Initiative eines norwegischen Industrieverbands gegründet wurde. In Deutschland wur-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

den die Arbeiten an der ISO Norm durch das Forschungsvorhaben „Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen“[8] begleitet. Aufbauend auf diesen Arbeiten wurde in dem Projekt „Zielorientiertes Umweltmanagement mit Hilfe von Umweltkennzahlen“[9] untersucht, wie Kennzahlen zur Unterstützung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses identifiziert und angewendet werden können. Die Vorgehensweise ist u.a. in den „Arbeitsmaterialien zur Einführung von Umweltkennzahlensystemen“ beschrieben.

Die Ergebnisse dieser deutschen Forschungsvorhaben wurden in der im Jahr 2000 fertig gestellten VDI-Richtlinie VDI 4050 „Betriebliche Kennzahlen für das Umweltmanagement. Leitfaden zu Aufbau, Einführung und Nutzung“ (vgl. Verein deutscher Ingenieure 2000) zusammengefasst.

Diese deutschen Projekte und Ansätze haben gemein, dass sie nicht auf die Entwicklung bestimmter Kennzahlensätze fokussieren, sondern die Vorgehensweisen zur Erstellung eines betriebsindividuellen Umweltkennzahlensystems vorschlagen.

In anderen Fällen wurde versucht, bestimmte einheitliche Kennzahlensysteme zu entwickeln. Die dort enthaltenen Kennzahlen sollen i.d.R.

- die Anwendung von Umweltkennzahlen in einzelnen Branchen vereinfachen,
- betriebsübergreifende Vergleiche ermöglichen (Benchmarking) oder
- der Erstellung von Branchenberichten dienen.

Beispielhaft zu nennen sind hier das Kennzahlensystem im Leitfaden Umweltberichterstattung von Finanzdienstleistern (vgl. VfU o.J.) und das von VCI und CEFIC entwickelte Kennzahlensystem, mit dem der europaweite Branchenbericht der Chemischen Industrie jährlich erstellt wird. (vgl. VCI 2000) Beide Kennzahlensysteme sollen betriebsübergreifende Vergleiche ermöglichen und die Umweltberichterstattung unterstützen. Dabei beziehen sie sich explizit auf einzelne Branchen.

Ein branchenübergreifendes Kennzahlensystem wurde vom World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) vorgelegt. Das Kennzahlensystem fokussiert auf die Messung der Ökoeffizienz und soll sowohl der unternehmensinternen Optimierung, als auch der externen Kommunikation dienen. (vgl. World Business Council for Sustainable Development 2000:2f.)

[8] Projekt „Leitfaden betriebliche Umweltkennzahlen“, bearbeitet durch das Institut für Management und Umwelt, gefördert vom Bundesministerium für Umwelt und vom Umweltbundesamt. (Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt 1997)

[9] Das Projekt „Zielorientiertes Umweltmanagement mit Hilfe von Umweltkennzahlen“ wurde vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH bearbeitet und von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) gefördert; (Kottmann, Loew, Clausen 1999, LfU 1999)

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Um sowohl möglichst übergreifende Vergleiche zu ermöglichen, als auch branchen- oder unternehmensspezifischen Anforderungen zu genügen, werden in dem WBCSD Leitfaden allgemein anwendbare und unternehmensspezifische Kennzahlen unterschieden.

6.3.2 Nutzen

Umweltkennzahlen unterstützen folgende Aufgaben des Umweltmanagements (vgl. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 1999:8ff; BMU, UBA 1997:4.):

- Identifikation von Schwachstellen: Mit Umweltkennzahlen lassen sich einzelne Prozesse oder komplexe Zusammenhänge transparent darstellen. So hat z.B. die monatliche Messung der Energieeffizienz an Kunststoffextrudern gezeigt, dass in der Urlaubszeit die Anlagen ineffizient ausgelastet sind.

- Vergleich von Anlagen, Betriebsteilen oder Betrieben (Benchmarking): Durch die Verwendung von geeigneten Bezugsgrößen lassen sich ähnliche, prinzipiell vergleichbare Anlagen, Betriebe oder Teile davon vergleichen, um so Lernprozesse auszulösen.

- Unterstützung kontinuierlicher Verbesserungsprozesse: In Arbeitsbereichen, in denen die Mitarbeiter durch ihr Handeln die Verbräuche und Emissionen beeinflussen, können mit Umweltkennzahlen Zielvorgaben und Zielerreichung dargestellt werden.

- Darstellung und Analyse von Trends für interne Zwecke: Mit Umweltkennzahlen lassen sich Trends über Monate oder Jahre hinweg darstellen und verfolgen. Anhand dieser Darstellungen können Trends beurteilt werden.

- Verwendung in der externen Kommunikation: Mit Umweltkennzahlen lassen sich Trends über längere Zeiträume (Jahre) hinweg darstellen. Häufig können so die langfristigen Erfolge des Umweltmanagements aufgezeigt und für unterschiedliche Zielgruppen aufbereitet werden.

Diese Funktionen der Umweltkennzahlen ermöglichen die Erschließung von Kostensenkungspotenzialen und die Reduzierung von Umweltbelastungen, indem die betrieblichen Material- und Energieflüsse effizienter gesteuert werden.

In vielen Unternehmen haben auch noch heute Umweltkennzahlen ihre wichtigste Funktion in der Umweltkommunikation. Die grafische Darstellung von Trends und Entwicklungen in Umweltberichten werden gerne verwendet, um den Lesern die Erfolge des Umweltmanagements zu verdeutlichen.

6.3.3 Anwendungshemmnisse

Die wesentlichen Anwendungshemmnisse werden in dem Aufwand bei der Einführung und der unternehmensindividuellen Gestaltung des Instruments

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

gesehen. Wie oben dargestellt, stehen die Unternehmen vor der Wahl entweder eine Insellösung mit niedrigem Anfangsaufwand und kontinuierlich etwas höherem Aufwand oder eine Integration in das bestehende Datenverarbeitungssystem zu realisieren, wobei hier der anfängliche Aufwand bei der Entwicklung und Implementation deutlich höher ist.

6.3.4 Anwendungspraxis

Bei der Betrachtung der Anwendungspraxis ist zwischen der Verwendung von Umweltkennzahlen für die externe Kommunikation und der Verwendung für interne Steuerungszwecke zu unterscheiden.

Wie bereits bei der Einführung beschrieben, werden Umweltkennzahlen häufig zur Darstellung von Trends in Umweltberichten und –erklärungen verwendet. Vor dem Hintergrund der über 2600 Umwelterklärungen und weiteren rund 220 Umweltberichten in Deutschland kann sicher von einer relevanten Verbreitung bei Unternehmen mit Umweltmanagementsystemen gesprochen werden.

Allerdings kann diese Aussage nur für die Verwendung in der Umweltkommunikation sicher getroffen werden. Über die Verwendung von Umweltkennzahlen für interne Steuerungszwecke liegen wenig empirisch gestützte Informationen vor.[10] Es ist zu vermuten, dass die Umweltverantwortlichen zumindest einige der publizierten Kennzahlen auch intern einsetzen.

Systematisch ausgearbeitete Systeme für Umweltkennzahlen, wie sie in den verschiedenen Leitfäden beschrieben sind, dürften dagegen deutlich weniger verbreitet sein.

6.3.5 Zwischenfazit

Da Umweltkennzahlensysteme unternehmensspezifisch entwickelt werden, können sie an alle Fertigungstypen angepasst werden. Eine Eignung für spezifische Fertigungstypen lässt sich grundsätzlich nicht feststellen.

Unterschiede ergeben sich nur bei der Möglichkeit, hoch aggregierte Effizienzkennzahlen zu bilden, bei denen Ressourcenverbräuche und Emissionen in Bezug zur Betriebsleistung gesetzt werden. Während derartige Effizienzkennzahlen grundsätzlich für jeden Prozess gebildet werden können, ist eine Aggregation auf Betriebsebene nur dann möglich, wenn nur wenig unterschiedliche und gut vergleichbare Produkte hergestellt werden. Bei differenzierten Produktpaletten kann allenfalls die Wertschöpfung oder der Umsatz als Bezugsgröße verwendet werden; die unmittelbare Aussagekraft dieser Kennzahlen ist fraglich.

[10] Eine der ersten Umfragen wurde 1995 von Loew durchgeführt (Loew, Hjalmarsdottir 1996: 52 ff.)

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Die Erstellung und Einführung eines Umweltkennzahlensystems ist insbesondere bei überschaubaren Unternehmensgrößen wenig komplex. Besondere Vorkenntnisse sind nicht erforderlich. Daher eignen sich Umweltkennzahlen insbesondere auch für klein- und mittelständische Unternehmen.

6.4 Flusskostenrechnung

6.4.1 Vorstellung des Instruments

Die Flusskostenrechnung ist einer von mehreren Ansätzen material- und energieflussorientierter Kostenrechnungsansätze. Neben der Flusskostenrechnung zählen

- die Reststoffkostenrechnung,
- die Anwendung des Activity-Based Costing auf Material und Energieflüsse und
- das Materials only-costing

zu den material- und energieflussorientierten Kostenrechnungsansätzen. (vgl. Loew et al. 2003:69 ff. ; Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt 2003)

Allen diesen Ansätzen ist gemein, dass sie die betrieblichen Material- und Energieflüsse (oder Teile davon) als Kostentreiber betrachten und ihnen entsprechend Kosten zuordnen. So erhält man eine im Vergleich zur konventionellen Kostenrechnung neue Perspektive auf die Herstellkosten. Dabei werden insbesondere die Kosten für die Materialverluste stärker betont.

Die breit angelegte deutsche Studie „Ansätze der Umweltkostenrechnung im Vergleich“ (Loew et al. 2003) kommt zu dem Ergebnis, dass die Flusskostenrechnung den am weitesten ausgereiften Ansatz der material- und energieflussorientierten Umweltkostenrechnungsansätze darstellt. Die Reststoffkostenrechnung wird dort als eine Variante der Flusskostenrechnung bezeichnet. Daher wurde im Forschungsprojekt INTUS im wesentlichen die Flusskostenrechnung betrachtet.

Wie alle material- und energieflussorientierten Kostenrechnungsansätze betrachtet die Flusskostenrechnung die betrieblichen Material- und Energieflüsse als Kostentreiber und ordnet ihnen Kosten zu. Zu diesem Zweck unterscheidet die Flusskostenrechnung

- Materialkosten
- Systemkosten
- Entsorgungskosten

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Die Materialkosten ergeben sich, wie in der konventionellen Kostenrechnung, aus dem durchschnittlichen Einstandspreis (bzw. einem anderweitig festgesetzten Standardpreis) der eingesetzten Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe.

Auch die Entsorgungskosten lassen sich schnell beschreiben: Hierunter werden in der Flusskostenrechnung im wesentlichen Personalkosten, Gebühren, Deponiekosten etc. für die End-of-Pipe Anlagen und die anfallenden Abfälle zusammengefasst.

Neu ist das Konzept der Systemkosten. Unter Systemkosten werden die Kosten verstanden, die entstehen, um das Unternehmen aufrechtzuerhalten und zu befähigen, die Materialflüsse zu gestalten, zu steuern und zu transformieren. Somit sind Systemkosten im wesentlichen die Personalkosten, Abschreibungen und sonstige Kosten (z.B. für externe Dienstleistungen). (vgl. Bundesumweltministerium; Umweltbundesamt 2003:20 ff. ; Loew et al. 2003:93)

In diesem Sinne werden einige Systemkosten, wie z.B. Personalkosten in die Materialflüsse investiert und machen diese nach jedem Handling oder Bearbeitungsschritt teurer. Derartige Systemkosten können grundsätzlich den Materialflüssen zugeordnet und im INTUS-Vorhaben als materialflussvariable Systemkosten bezeichnet werden.

Anhand der Unterscheidung dieser Flusskostenarten und durch die Zuordnung der Kosten auf die Materialflüsse lässt sich der Kostenblock der Herstellkosten unter einer neuen Perspektive darstellen. Die Herstellkosten werden nicht ausschließlich auf die Produkte sondern auch auf Verpackungen, Materialverluste und ggf. den Energieverbrauch verteilt (siehe Tabelle 5). Die Gruppierung der Materialflüsse wird natürlich im Einzelfall unternehmensspezifisch angepasst.

In den verschiedenen Forschungsvorhaben zur Flusskostenrechnung hat sich gezeigt[11], dass das Management häufig über die hohen Kostenanteile, die in den Materialverlusten enthalten sind, überrascht ist.

Die Flusskostenrechnung ersetzt nicht die konventionelle Kostenrechnung, sondern sie ergänzt diese als Nebenrechnung. Sie kann als einmalige Projektrechnung durchgeführt werden, um Kostensenkungspotenziale und Schwachstellen im Rechnungswesen zu identifizieren.

[11] Z.B. das Forschungsvorhaben „Betriebliches Material- und Energieflussmanagement“ bearbeitet vom Institut für Management und Umwelt (IMU) gefördert durch die Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg (LfU) , Forschungsvorhaben “Umweltkostenmanagement” gefördert durch das hessische Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Bearbeitung Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH, Kienbaum Unternehmensberatung und IMU. Forschungsvorhaben „**ECO-Effizienz** – Kostensenkung und Umweltentlastung durch Flussmanagement“ gefördert durch die Bayerischen Staatskanzlei, Bearbeitung durch Universität Augsburg und IMU (www.eco-effizienz.de) Forschungsvorhaben „**ECO-Rapid“** Gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Bearbeitung Universität Hohenheim, IMU und Green IT, Konstanz. (www.eco-rapid.de)

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Eine dauerhafte Integration der Flusskostenrechnung in das betriebliche Rechnungswesen bedeutet u.a. zusätzliche Berechnungen und Berichte und die Überarbeitung des bestehenden Berichtssystems. Dabei wird angestrebt, dass nach dem einmaligen Anpassungsaufwand das Kostenrechnungssystem so angepasst und optimiert wurde, dass kein wesentlicher Zusatzaufwand im laufenden Betrieb anfällt.

Tabelle 5: Vereinfachte Flusskosten-Matrix (Quelle: Bundesumweltministerium Umweltbundesamt (Hrsg.) Leitfaden Umweltkostenmanagement, 2003)

Kosten in Mio Euro	**Materialkosten**	**Systemkosten** (Personal, Abschreibung, etc.)	**Lieferung, Entsorgungskosten**	**Summe**
Produkt	*85*	*22*	*0*	***107***
Verpackung	*27*	*18*	*2*	***47***
Materialverluste	*19*	*4*	*1*	***24***
Summe	***131***	***44***	***3***	***178***

Aufgrund der weiter anhaltenden Entwicklung der Flusskostenrechnung zeigen sich sehr unterschiedliche Formen in der praktischen Anwendung. Die Unterschiede lassen sich anhand der folgenden Kriterien darstellen:

- Betrachtete Materialflüsse
- Berücksichtigte Kostenarten
- Vorgehensweise bei der Berechnung und verwendete Software
- Integration in das bestehende Informationssystem

Die Spanne bei den betrachteten Materialflüssen reicht von einer einfachen Zugrundelegung der Daten aus der betrieblichen Umweltbilanz über eine systematische Verfolgung der Materialverluste bis hin zu einer umfassenden Betrachtung sämtlicher Materialflüsse des Unternehmens. Bei den berücksichtigten Kostenarten kann gewählt werden, ob „nur“ Material und Entsorgungskosten oder auch Systemkosten, also Personalkosten, und Fixkosten ganz oder zumindest teilweise mit einbezogen werden.

Weiterhin hat die Analyse von Loew et al (2003) gezeigt, dass die Flusskostenrechnung als einmalige Projektrechnung, als kontinuierliche stand-alone Rechnung oder durch entsprechende Anpassungen und Programmierungen im betrieblichen Informationssystem realisiert werden kann.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

6.4.2 Nutzen

Im Wesentlichen werden drei Nutzenkategorien unterschieden:

- Materialflussbezogene Konsistenzprüfung des Informationssystems
- Materialflussbezogene Präzisierung der Strukturen und Verrechnungsweisen in der Kostenrechnung
- Identifikation ökologischer und ökonomischer Optimierungspotenziale

In wie fern die Anwendung der Flusskostenrechnung einen Beitrag zu den einzelnen Nutzenkategorien leistet, hängt neben der Ausgangssituation im Unternehmen, wesentlich von der Form der Rechnung und der Gestaltung des Flusskostenprojekts ab. Betrachtet man die umfassende Variante der Flusskostenrechnung über Datenbankprogrammierung, stehen dem oben dargestellten Aufwand auch entsprechend vielfältige Nutzenaspekte gegenüber. Wird dagegen zur Ermittlung von kurzfristigen Kostensenkungspotenzialen eine gezielt einfach gehaltene Rechnung durchgeführt, ist auch der Nutzen eher auf diesen Fokus beschränkt.

Bereits bei der erstmaligen Ermittlung der Flusskosten werden häufig Inkonsistenzen in den bestehenden Informationssystemen aufgedeckt. ERP-Systeme beinhalten in großem Umfang Daten zu Materialbewegungen und Materialbeständen, die nicht systematisch abgeglichen werden. Weil die Flusskostenrechnung alle Daten zu Materialbewegungen und -beständen zusammenträgt, um sie den Materialflüssen zuzuordnen, werden Differenzen und Unstimmigkeiten aufgedeckt. Diese resultieren aus Fehlern in der Datenerfassung, in der Datenstruktur oder in den Stammdaten, die, wenn sie erst einmal systematisch erkannt wurden, häufig problemlos beseitigt werden können. Mit der Verbesserung der materialbezogenen Datenkonsistenz wird eine höhere Analyse- und Planungsqualität in den Bereichen Beschaffung, Produktionsplanung und Vertrieb erreicht.

Neben der reinen Datenkonsistenz kann die Flussrechnung auch zu einer Präzisierung in der Struktur und Verrechnungsweise der Kostenrechnung beitragen. Das Ziel ist hier eine verbesserte Transparenz der Kostenrechnung hinsichtlich der physischen Materialflüsse. Zu diesem Zweck können die Kostenarten an der Materialklassifizierung und die Kostenstellen am Materialflussmodell angepasst werden. Die flussgetreue Verrechnung von Materialflüssen und Materialverlusten auf Kostenstellen und Produkte steigert die Aussagekraft der Kostenstellenrechnung und der Kalkulation und kann so dazu beitragen, die Kostenverantwortung der Mitarbeiter zu erhöhen.

Diese flussorientierte Transparenz führt in den Unternehmen häufig zu Ansatzpunkten für eine material- und energiereduzierte Produktgestaltung und zu effizienzsteigernden Maßnahmen in der Produktion (Reduzierung von Ausschuss, Verschnitt, Vernichtung, usw.).

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Auch wenn die Flusskostenrechnung primär in einer Nebenrechnung zur Aufdeckung von Optimierungspotenzialen durchgeführt wird, empfiehlt es sich, auf Basis der erhaltenen Ergebnisse und der gewonnenen Erfahrungen in einem einfachen Analyseschritt die bestehende Kostenrechnung auf die oben genannten typischen Fehlerquellen zu untersuchen, um den Nutzen etwaiger Anpassungen abschätzen zu können.

6.4.3 Anwendungshemmnisse

Die größten Anwendungshemmnisse bei der Verwendung der Flusskostenrechnung liegen in der vergleichsweise hohen Anforderung an erforderlichem Fachwissen und benötigtem Zeitaufwand.

Die aufwändigeren Formen der Flusskostenrechnung erfordern Expertenwissen und damit im Regelfall eine externe Beratung. Nur die einfacheren Formen, insbesondere die Input-Output-Kostenanalyse oder die Reststoffkostenrechnung als Analyserechnung können ohne besonderes Vorwissen durchgeführt werden.

Analog zur Aufwändigkeit der Rechnung verhält sich auch der erforderliche Zeitbedarf. Die Erstellung einer Flusskostenrechnung über Datenbankprogrammierung ist auch mit externer Unterstützung für die Unternehmen mit einem relevanten Zeitbedarf verbunden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist. Ziel der laufenden Forschungsvorhaben ist u.a. auch die Reduzierung praktischer Anwendungsbarrieren.

6.4.4 Anwendungspraxis

Bei der Beschreibung der Anwendungspraxis stößt man auf das Problem, dass die Flusskostenrechnung in sehr unterschiedlichen Formen angewendet werden kann. Hinzu kommt, dass nicht alle Formen der Flusskostenrechnung von ihren Anwendern als solche bezeichnet werden. Dies trifft insbesondere bei den einfachen Varianten zu, bei denen „nur“ die Materialkosten und die Entsorgungskosten für die Analyse der Materialflüsse auf Einsparungspotenziale berücksichtigt werden.

Die umfassende Form der Flusskostenrechnung dürfte nach unserer Einschätzung bislang im wesentlichen vom Institut für Management und Umwelt (IMU) und hier überwiegend im Rahmen von öffentlich geförderten Forschungsvorhaben umgesetzt worden sein. Allerdings hat das IMU inzwischen auch kommerzielle Flusskostenprojekte durchgeführt. Auch die Unternehmensberatung Arthur D. Little hat bis 2002 Kostenanalysen und die Optimierung des Kostenrechnungssystems auf Basis der Reststoffkostenrechnung angeboten. Inzwischen hat der zuständige Berater allerdings das Unternehmen verlassen. Über die Zahl der Unternehmen, die diese Beratungsleistung in Anspruch genommen haben, liegt keine Information vor. Vor dem Hintergrund, dass

- die umfassende Form der Flusskostenrechnung sich noch in der Entwicklung befindet,

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- die Anwendung der umfassenden Form gewisses Expertenwissen benötigt und
- es derzeitig wenig Anbieter entsprechender Beratungsleistung gibt,

wird davon ausgegangen, dass bislang nur wenige Unternehmen eine Form der Flusskostenrechnung in ihr laufendes Rechnungswesen integriert haben.

Einfachere Formen der Flusskostenrechnung als einmalige Analyserechnungen dürften dagegen weiter verbreitet sein. Zu denken ist hier an die Bewertung der Abfallmengen mit Materialkosten oder an die Erstellung von betrieblichen Umweltbilanzen, die um Materialkosten erweitert werden. Diese einfachen Rechnungen können von den Umweltbeauftragen in den Unternehmen oder von Beratern als Analyseinstrument zur Ermittlung von Ökoeffizienzpotenzialen eingesetzt werden. Da diese Anwendung mit deutlich weniger Aufwand verbunden ist und praktisch kein Expertenwissen erfordert, kann hier von einer deutlich größeren Verbreitung als bei der umfassenden Form ausgegangen werden. Jedoch liegen hierfür keine empirisch gestützten Informationen vor.

6.4.5 Zwischenfazit

Aufgrund der vielfältigen Formen und Ausprägungen der Flusskostenrechnung ist sie im Vergleich zu den anderen Instrumenten des Umweltcontrollings deutlich schwerer zu beschreiben und zu beurteilen. Um hier zu deutlicheren Ergebnissen zu kommen wird im folgenden eine Einschränkung vorgenommen. Betrachtet werden nur noch zwei Fälle, nämlich die Realisierung der Flusskostenrechnung durch eine Anpassung des ERP-Systems und die einmalige Berechnung von Flusskosten zu Analysezwecken unter Verwendung von Tabellenkalkulationssoftware.

Dieser Fokus entspricht der vom Forschungsteam erwarteten Weiterentwicklung der Flusskostenrechnung: Das IMU-Augsburg wird weiterhin an der Weiterentwicklung des integrierten Ansatzes arbeiten und integrierte Lösungen anbieten[12]. Andererseits werden die meisten Potenziale der Flusskostenrechnung in der einmaligen Anwendung im Rahmen von Analysen angesehen. Diese werden am besten mit Tabellenkalkulationen realisiert.

Die dauerhafte Integration der Flusskostenrechnung in das betriebliche Informationssystem lässt sich in der Regel durch Anpassung des ERP Systems realisieren. Dies erfordert allerdings ein erhebliches Fachwissen und verursacht nennenswerten Aufwand. Daher erscheint es empfehlenswert die dauerhafte Implementierung der Flusskostenrechnung in mittleren und großen Unternehmen nur mit externer Beratung durchzuführen.

12 Inzwischen spricht das IMU-Augsburg nicht mehr von Flusskostenrechnung sondern von Materialflussrechung.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Auch einmalige Analysen auf Basis des Flusskostenansatzes können nennenswerten Aufwand verursachen. Allerdings erschienen hier die vorliegenden Leitfäden ausreichend, um die Berechnungen auch eigenständig durchführen zu können. Zudem ist es bei Analysen auch möglich sukzessive nach Bedarf den Genauigkeitsgrad anzupassen, d.h. zunächst nur einfachere Berechungen nur unter Berücksichtigung des Materialwerts und der Entsorgungskosten durchzuführen.

In mehreren Pilotunternehmen des Forschungsprojekts INTUS wurden Analysen auf Basis der Flusskostenrechnung durchgeführt. Dabei wurden die Berechnungen sowohl über Tabellenkalkulationen als auch mit Hilfe von stoffstrommodellierenden Betrieblichen Umweltinformationssysteme (BUIS) durchgeführt. In allen Fällen zeigte sich, dass die Analysen zwar eine neue interessante Perspektive auf die Kostenstruktur geben und zum Teil auch Hinweise auf Optimierungspotenziale vermitteln. Andererseits wurde deutlich, dass in diesen Unternehmen eine dauerhafte Integration weder durch Anpassung des ERP-Systems, noch über eine Schnittstelle zwischen ERP und einem stoffstromorientierten BUIS sinnvoll wäre. Sicherlich kann man nicht unmittelbar und allein aus dieser Erfahrung eine allgemeingültige Aussage treffen. Allerdings korrespondieren die weiteren theoretischen Auswertungen mit dieser Erfahrung aus den Pilotvorhaben.

7 Auswahl der geeigneten Instrumentenkombination

7.1 Nutzenvergleich

Die oben vorgenommene Betrachtung des Nutzens der einzelnen Instrumente wird in Tabelle 6 zusammengefasst dargestellt. Dabei wurden die in Kapitel 5 abgeleiteten Aufgaben des Umweltmanagements als Anforderungen zugrunde gelegt.

Die Übersicht macht deutlich, dass für die Ermittlung der relevanten Umweltaspekte nur die betriebliche Umweltbilanz Unterstützung liefert. Sie weist dagegen Schwächen, u.a. bei der Unterstützung von kontinuierlichen Maßnahmen und des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, auf.

Damit wird eine alte Empfehlung zum betrieblichen Umweltmanagement bestätigt: Zur Ermittlung der wesentlichen Umweltaspekte und als erster Ansatzpunkt zur Identifikation der wichtigsten ökologischen Verbesserungspotenziale sollten alle Industrieunternehmen mit dem Aufbau ihres Umweltmanagementsystems eine betriebliche Umweltbilanz erstellen. Später sollte die Bilanz alle 1 - 4 Jahre wiederholt ermittelt werden. Welcher zeitliche Abstand sinnvoll ist, hängt hinsichtlich des Nutzens u.a. von der Anwendung anderer Umweltcontrollinginstrumente und von der Veränderung der betrieblichen Material- und Energieflüsse ab. Je größer die Veränderungen sind, z.B. aufgrund des Ausbaus der Kapazität oder wegen der Erweiterung der Produktpalette, um so häufiger sollte die Bilanz aufgestellt werden. Allerdings erscheint eine jährliche Betrachtung grundsätzlich ausreichend.

Weiterhin macht die Auswertung deutlich, dass Umweltkennzahlen die meisten Beiträge zu den Aufgaben des Umweltmanagements leisten. Damit sind

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

auch Umweltkennzahlen als Standardinstrument anzusehen. Sie lassen sich unabhängig von der Produktionsstruktur des Unternehmens einsetzen.

Die Flusskostenrechnung hat ihren größten Nutzen im Bereich der Kostenrechnung und im Bereich von Kostensenkungspotenzialen, deckt aber klassische Umweltmanagementaufgaben wie Unterstützung von Compliance, Berichtspflichten gegenüber Behörden, Erschließung von nicht kostensenkenden Umweltschutzmaßnahmen und Informationsbereitstellung für die Umweltberichterstattung nicht ab. Damit kann die Flusskostenrechnung Umweltkennzahlen nicht ersetzen. Dies wurde bereits empirisch bei einem Pilotvorhaben zu Umweltkostenmanagement des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) bestätigt. Hier wurden immer ergänzend zu der Flusskostenrechnung auch Umweltkennzahlen eingeführt.

Tabelle 6: Eignung der Instrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung zur Unterstützung der Aufgaben des Umweltmanagements. (Quelle: Loew 2003)

Aufgaben des Umweltmanagements ***(und sonstiger Nutzen kursiv)***	**betriebliche Umweltbilanz**	**Umweltkennzahlen**	**Flusskostenrechung**
Ermittlung der relevanten Umweltaspekte	●	○	○
Erschließung von unmittelbar kostensenkenden Umweltentlastungspotenzialen - einmalige Maßnahmen	●	●	●
Erschließung von nicht kostensenkenden Umweltentlastungspotenzialen - einmalige Maßnahmen	●	●	○
Unterstützung von kontinuierlichen Maßnahmen / Förderung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses	○	●	◗
Darstellung von Trends bei der Umweltschutzleistung	◗	●	◗
Compliance	○	●	○
Informationen für die Umweltberichterstattung	●	●	○
Unterstützung zur Erfüllung von Berichtspflichten gegenüber Behörden	○	●	○
Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Kostenrechnung	○	○	●
Identifikation von reinen Kostensenkungspotenzialen (ohne Umweltschutzkomponente)	○	○	●
Legende: ● = deutliches Nutzenspotential für Instrumentenanwendung, ◗ = eingeschränktes Nutzenpotenzial ○ = kein oder geringes Nutzenpotenzial			

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

7.2 Einmalige Analyse und dauerhafte Anwendung

Viele in der Literatur geschilderte Erfolgsbeispiele für kostensenkende oder risikoreduzierende Umweltschutzmaßnahmen aufgrund der Anwendung der hier betrachteten Umweltcontrollinginstrumente beruhen auf Ergebnissen, die im Rahmen der Einführung und damit bei der erstmaligen Anwendung der Instrumente realisiert wurden. Diese Erfolge schreiben sich jedoch nicht im gleichen Maße fort, wenn die Instrumente dauerhaft angewendet werden.

Daher muss bei der Beurteilung der Instrumente und bei der Entwicklung einer Empfehlung zu ihrer Verwendung immer zwischen einer einmaligen Anwendung zu Analysezwecken und einer dauerhaften Bereitstellung mit einer dauerhaften Nutzung der Informationen unterschieden werden muss. Einmalige Analysen werden oftmals mit Tabellenkalkulationen durchgeführt. Sie erlauben die Verwendung von einer größeren Zahl an Daten, ohne dass die Daten automatisch über Schnittstellen für die Berechnungen bereit gestellt werden müssen. Schließlich ist es bei Analysen auch möglich, einen größeren Umfang an Informationen zusammenzutragen und auszuwerten.

Dauerhaft bereitgestellte Informationen müssen sich dagegen auf das Wesentliche, konkret auf steuerungsrelevante Informationen, beschränken. Der Aufwand zur Bereitstellung der Informationen muss möglichst gering sein, was automatische Datenerfassungen, Nutzung von ohnehin erfassten Daten und effiziente Schnittstellen erfordert.

Der dauerhaften Bereitstellung der geeigneten Umweltcontrollinginstrumente kommt eine besondere Bedeutung zu, da nur auf diesem Weg eine kontinuierliche Reduzierung der Umweltbelastungen erreicht werden kann. Denn nur über die kontinuierliche Überwachung von Verbrauchsentwicklungen können beispielsweise Störungen, ineffiziente Materialeinsätze oder die Auswirkungen von veränderten Produktionsprogrammen auf die Materialflüsse erkannt werden. Allgemein lässt sich feststellen, dass die unter Kapitel 5.2 geschilderten Aufgaben des Umweltmanagements dauerhafte Aufgaben sind, die nicht nur einmalige Analysen erfordern, sondern insbesondere auch dauerhafte und regelmäßig bereitgestellte Informationen.

Ein weiterer Aspekt auf den in Kapitel 8 eingegangen wird, ist die Bedeutung von fest implementierten Routinen und dauerhaft bereitgestellten Informationen auf die organisationalen Lernprozesse. Ganz im Sinne von „What you can't measure you can't manage", stellen regelmäßig bereitgestellte Informationen wie z.B. Kennzahlen und Verbrauchswerte sicher, dass

- Erkenntnisse aus einmaligen Analysen (z.B. über Zielgrößen) dauerhaft gesichert werden,
- Aufmerksamkeit aufrecht erhalten wird und
- Auswirkungen von Änderungen auf technischer oder organisatorischer Ebene beobachtet werden können.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Daher wurde im Forschungsprojekt INTUS der Fokus auf die dauerhafte und automatisierte Bereitstellung der Instrumente gelegt. Hierfür wurden zwei Kombinationen für die Instrumente entwickelt.

Zum einen die Standardkombination aus betrieblicher Umweltbilanz und Umweltkennzahlen und zum anderen die Flusskombination, die die Flusskostenrechnung in den Mittelpunkt stellt.

7.3 Standardkombination

Aus der Analyse der Instrumente folgt, dass die betriebliche Umweltbilanz und die betrieblichen Umweltkennzahlen Standardinstrumente darstellen, die an die jeweiligen Unternehmensgegebenheiten angepasst werden sollen. Für eine gute Informationsversorgung des Umweltmanagements sind also beide Instrumente erforderlich weshalb hier von der Standardkombination gesprochen wird.

Empfohlen wird eine regelmäßige Erstellung der Umweltbilanz in Abständen von ein bis drei Jahren, um umweltrelevante Trends zu identifizieren und periodisch die bestehende Einschätzung der umweltrelevanten Aspekte des Unternehmens zu überprüfen. Das Umweltkennzahlensystem dient primär der zeitnahen Kontrolle und Steuerung der relevanten Materialflüsse und des Energieverbrauchs. Sie sollten in den verschiedenen Geschäftsprozessen des Unternehmens integriert angewendet werden. Je nach Einflussmöglichkeiten der Mitarbeiter kann eine effiziente Bewirtschaftung der Ressourcen gefördert werden. Darüber hinaus werden über die Kennzahlen im Idealfall Verbesserungsvorschläge angeregt. Ergänzend zu diesen operativen Steuerungsinformationen sollten von einem Kennzahlensystem auch Informationen zu mittel- und langfristigen Trends bereitgestellt werden, wie z.B. zur Entwicklung des Energieverbrauchs oder zur Entwicklung der Emissionen klimarelevanter Gase.

7.4 Flusskostenkombination

Die Flusskostenrechnung ist als ein Spezialinstrument anzusehen, das unter bestimmten Umständen eine wertvolle Erweiterung der bestehenden Kostenrechnung darstellt. Wird eine Flusskostenrechnung implementiert, dann übernehmen die Flusskosteninformationen teilweise (aber nicht durchgängig!) die Aufgaben des Umweltkennzahlensystems. Damit ergibt sich dann eine Instrumentenkombination aus Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, wobei die Flusskostenrechnung in diesem Konzept einen prägenden Charakter bekommt. Daher wird hier von der Flusskostenkombination gesprochen.

7.5 Entscheidung zwischen Standard- oder Flusskostenkombination

7.5.1 Charakter der Entscheidungssituation

Die betriebliche Praxis zeigt, dass sich das Instrument Umweltkennzahlen grundsätzlich an alle betrieblichen Gegebenheiten angemessen anpassen lässt. Damit ist die Standardkombination prinzipiell auf alle Unternehmen

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

anwendbar, die eine Größe und Umweltauswirkungen aufweisen, die erfordern, dass Umweltschutz als eine Managementaufgabe verstanden wird.

Dagegen ist die Flusskostenrechnung, und damit die Flusskostenkombination nur in bestimmten Fällen geeignet. In diesen Fällen stellt die Flusskostenrechnung jedoch einen besonders wirksamen Ansatz dar. Ob die dauerhafte Einführung der Flusskostenrechnung potenziell in Betracht kommen kann, lässt sich vergleichsweise einfach anhand von Ausschlusskriterien prüfen. Trifft eines der in Tabelle 7 zusammengestellten Ausschlusskriterien zu, kommt eine dauerhafte Einführung der Flusskostenrechnung nicht in Betracht, weil entweder der erzielbare Nutzen zu niedrig oder der erforderliche Aufwand zu hoch wäre.

In diesen Fällen ist die Standardkombination, also die Kombination aus Umweltbilanz und Umweltkennzahlen für die systematische Unterstützung der Aufgaben des Umweltmanagements zu empfehlen. Diese Schlussfolgerung ist auf die gute Anpassungs- und Integrationsfähigkeit von Umweltkennzahlensystemen zurückzuführen. So kann in allen Unternehmen, die über erfasste und/oder erfassbare Daten zu ihren Produktionsprozessen verfügen, eine Auswahl an Kennzahlen zur Überwachung und Steuerung zentraler Ressourcenverbräuche und Emissionen erstellt werden. Oftmals werden die entsprechenden Werte ohnehin erfasst, aber „nur“ nicht als Kennzahl verwendet.

7.5.2 Ausschlusskriterien für eine dauerhafte Integration der Flusskostenrechnung

Die hier zusammengestellten Ausschlusskriterien basieren auf den Erfahrungen aus den vier Betriebsvorhaben in denen die Flusskostenrechnung anhand einer Projektrechnung erprobt wurde. Darüber hinaus wurden Gespräche mit Umweltbeauftragten und mit Experten geführt, sowie die Erfahrungen des IÖW´s aus anderen Forschungsvorhaben einbezogen.

Tabelle 7: Ausschlusskriterien, die gegen die dauerhafte Anwendung der Flusskostenrechnung sprechen (Quelle: Loew 2003)

Ausschlusskriterien	**Erläuterung**
Niedrige Materialwerte und niedrige Wertschöpfung in den Materialverlusten → Kein Nutzeneffekt	Nur hohe Materialwerte und/oder eine hohe Wertschöpfung in den Materialverlusten ermöglichen prinzipiell nennenswerte Kostensenkungen durch höhere Materialeffizienz. Sind mit den anfallenden Materialverlusten nur geringe Kosten (Materialwert, Wertschöpfung) verbunden, dann ist nicht zu erwarten, dass über eine Verbesserung der kontinuierlich bereitgestellten Controllinginformationen größere Kostensenkungspotenziale durch Steigerung der Materialeffizienz erschlossen werden können. Der besondere Aufwand, der mit der dauerhaften Integration der Flusskostenrechnung verbunden ist, kann dann nicht über Kostensenkungen im Bereich Materialeffizienz kompensiert werden.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Ausschlusskriterien	Erläuterung
Niedrige Komplexität der Materialflüsse → Kein Nutzeneffekt	Wenn es wenig komplexe Materialflüsse gibt, sind im Normalfall die Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Materialeffizienz und der Umweltleistung weitestgehend bekannt. Die Transparenz der Materialflüsse samt ihrer Kosten- und Umweltrelevanz ist bereits gegeben. Gegebenenfalls kann eine einmalige Flusskostenanalyse Ansatzpunkte und Kostenrelevanz der Materialflüsse identifizieren. Für die Planung, Überwachung und Steuerung reichen in solchen Fällen kontinuierlich bereitgestellte Kennzahlen aus.
Rudimentäre Kostenrechnung → Hemmnis	Durch die dauerhafte Integration der Flusskostenrechnung soll die bestehende Kostenrechnung optimiert werden. Liegt nur eine rudimentäre Kostenrechnung – ohne oder mit nur wenigen Kostenstellen und Kostenträgern – vor, ist eine Anwendung der Flusskostenrechnung nicht sinnvoll. Vermutlich ist eine einfache Ausgestaltung der Kostenrechnung auf vergleichsweise überschaubare Strukturen der Prozesse und Materialflüsse zurückzuführen. Dies wurde bereits oben als Ausschlusskriterium angeführt.
Fertigungstypen Einzel- und Baustellenfertigung → Hemmnis	Fertigungstypen, bei denen ständig Struktur, Umfang und Qualität der Materialflüsse wechseln, eignen sich nicht für eine dauerhafte Integration der Flusskostenrechnung, u.a. da ständig aufwendige Anpassungen in den Berechnungsalgorithmen vorgenommen werden müssten. Damit sind Einzel- und Baustellenfertigung in der Regel für die kontinuierliche Anwendung der Flusskostenrechnung nicht geeignet. Als geeignete kontinuierliche Instrumentenkombination kommt nur ein Kennzahlensystem mit Umweltbilanz in Betracht. Allerdings ist zu erwarten, dass das geeignete Kennzahlensystem auch nur vergleichsweise wenig Kennzahlen umfassen dürfte.
Unzureichende Datenlage in der Materialwirtschaft → Hemmnis	Die Flusskostenrechnung erzielt u.a. einen wesentlichen Nutzen durch den Abgleich der Daten in der Kostenrechnung mit den Informationen der Materialwirtschaft. Werden in dem betrieblichen Informationssystem keine oder nur wenige Daten über geflossene Materialmengen geführt, kann die Flusskostenrechnung nur mit einem erheblichen Anpassungsaufwand in der Materialwirtschaft eingeführt werden. Für die Verbesserung der Datenlage in der Materialwirtschaft kann ein dauerhaft höherer Erfassungsaufwand erforderlich sein. Daher müssen in solchen Fällen zwei Entscheidungen getroffen werden, zunächst über die Notwendigkeit einer Verbesserung der Informationslage in der Materialwirtschaft. Falls dies bejaht wird, muss über die flusskostenorientierte Anpassung der Materialwirtschaft entschieden werden.
Keine Gestaltungsmöglichkeiten bei Verfahren und Produkten → Kein Nutzeneffekt	Bestehen keine nennenswerten Gestaltungsmöglichkeiten, z.B. weil externe Vorgaben den Handlungsspielraum stark einschränken, können mit der Flusskostenrechnung keine Potenziale erschlossen werden, die eine grundlegende Anpassung der Verfahren und Produkte erfordern. In diesen Fällen kann durch die zur Auswahl stehenden Instrumente „nur“ die kontinuierliche Steuerung der Produktionsabläufe besser unterstützt werden. Hierfür dürften jedoch Kennzahlen und die bestehenden kaufmännischen und prozesstechnischen Steuerungsinstrumente ausreichen. Zusätzliche Flusskosteninformationen müssen nicht dauerhaft bereitgestellt werden.
Unternehmensgröße unter ca. 100 Mitarbeitern	Die Unternehmensgröße ist als solches kein direktes Ausschlusskriterium. Vielmehr sind in der Regel bei kleinen und mittleren Unternehmen mit weniger als 100 Mitarbeitern, einige der oben angeführten Ausschlusskriterien anzutreffen.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

7.6 Auswahlentscheidung und Implementation in Unternehmen mit Umweltmanagementsystem

7.6.1 Ausgangssituation

Die Abläufe von der Entscheidung über die geeignete Instrumentenkombination bis hin zu ihrer Realisierung hängen davon ab ob ein Unternehmen bereits ein Umweltmanagementsystem realisiert hat oder nicht. Daher sind zwei verschiedene Abläufe zu berücksichtigen, die sich nur hinsichtlich der Analysephase unterscheiden. Unternehmen mit Umweltmanagementsystemen kennen ihre wesentlichen Umweltaspekte und haben gravierende Umweltschutzpotentiale bereits erschlossen und benötigen daher keine vertiefende, instrumentengestützte Analyse ihrer Ausgangssituation in bezug auf Umweltschutz (vgl. ausführlicher Loew 2003: 27ff.).

In Unternehmen mit entwickelten Umweltmanagementsystemen können folgende Gründe für eine Verbesserung der Informationslage des Umweltmanagements durch eine dauerhafte Bereitstellung der betrachteten Umweltcontrollinginstrumente sprechen:

- Im betrieblichen ERP-System sind Daten enthalten, die das Umweltmanagement prinzipiell nutzen könnte.
- Die Auswertungsmöglichkeiten der ERP-Systeme haben deutlich zugenommen. Anpassungen sind immer noch erforderlich, aber inzwischen wesentlich einfacher zu realisieren.
- Die bestehenden Insellösungen zur Erfassung und Analyse der Mengenentwicklung von umweltrelevanten Verbräuchen und Emissionen verursachen nennenswerten Aufwand und Doppelerfassungen.
- Die Handlungsspielräume der Mitarbeiter zur Reduzierung von Umweltbelastungen im Produktionsbereich werden nicht ausgeschöpft.
- Es existieren zunehmende Berichtspflichten oder Informationswünsche seitens des Gesetzgebers oder der Kunden.

Diese und ggf. weitere Sachverhalte lassen darauf schließen, dass nennenswerte Potenziale für eine DV-gestützte Bereitstellung von Verbrauchs- und Emissionsmengen bestehen. Es gilt dann zu prüfen, ob und wie das betriebliche Informationssystem ausgebaut werden kann, um für das Umweltmanagement effizienter als bislang, Informationen in Form der diskutierten Instrumente bereitzustellen.

7.6.2 Ablauf

Unternehmen mit ausgebauten Umweltmanagementsystemen, die ihr Instrumentarium für das Umweltmanagement auf einen professionellen Stand bringen wollen, stehen vor der Frage, ob sie die Flusskostenrechnung einführen, oder ob sie für die Überwachung und Analyse der umweltrelevanten Materialverbräuche, Emissionen und Abfälle primär Umweltkennzahlen einsetzen sollen.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Wie oben unter 7.5 *Entscheidung zwischen Standardkombinationen* dargestellt, ist anhand der Ausschlusskriterien, und falls diese nicht zutreffen unter Hinzuziehung von Beratern zu prüfen, ob mit der Einführung der Flusskostenrechnung einerseits relevante Ökoeffizienzpotenziale erschlossen und andererseits die Leistungsfähigkeit des Kostenrechnungssystems nennenswert verbessert werden kann. Je nach Ergebnis dieser Prüfung wird die dauerhafte Einführung eines DV-gestützten Umweltkennzahlensystems oder die Einführung der Flusskostenrechnung vorgenommen.

Die Abläufe zur Einführung dieser Instrumente sind in verschiedenen Leitfäden beschrieben. Eine Übersicht über die grundsätzlichen Ablaufschritte ist in dem INTUS Bericht: *Vergleichende Analyse der Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung* (Loew, Beucker, Jürgens 2002) enthalten. Grundsätzlich enthalten diese Abläufe immer instrumentenspezifische Analyseschritte. Diese instrumentenspezifischen Analyseschritte unterscheiden sich von der hier beschriebenen Vorprüfung zur Frage, welches Instrument bzw. welche Instrumentenkombination eingeführt werden soll. Die instrumentenspezifischen Analysen unterscheiden sich auch in Abhängigkeit des Instruments bzw. der Instrumentkombination, das bzw. die eingeführt werden soll.

Die Konzepte zur EDV-technischen Lösung für die Implementierung der Instrumente werden hier im Anschluss in Kapitel 9 vorgestellt.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

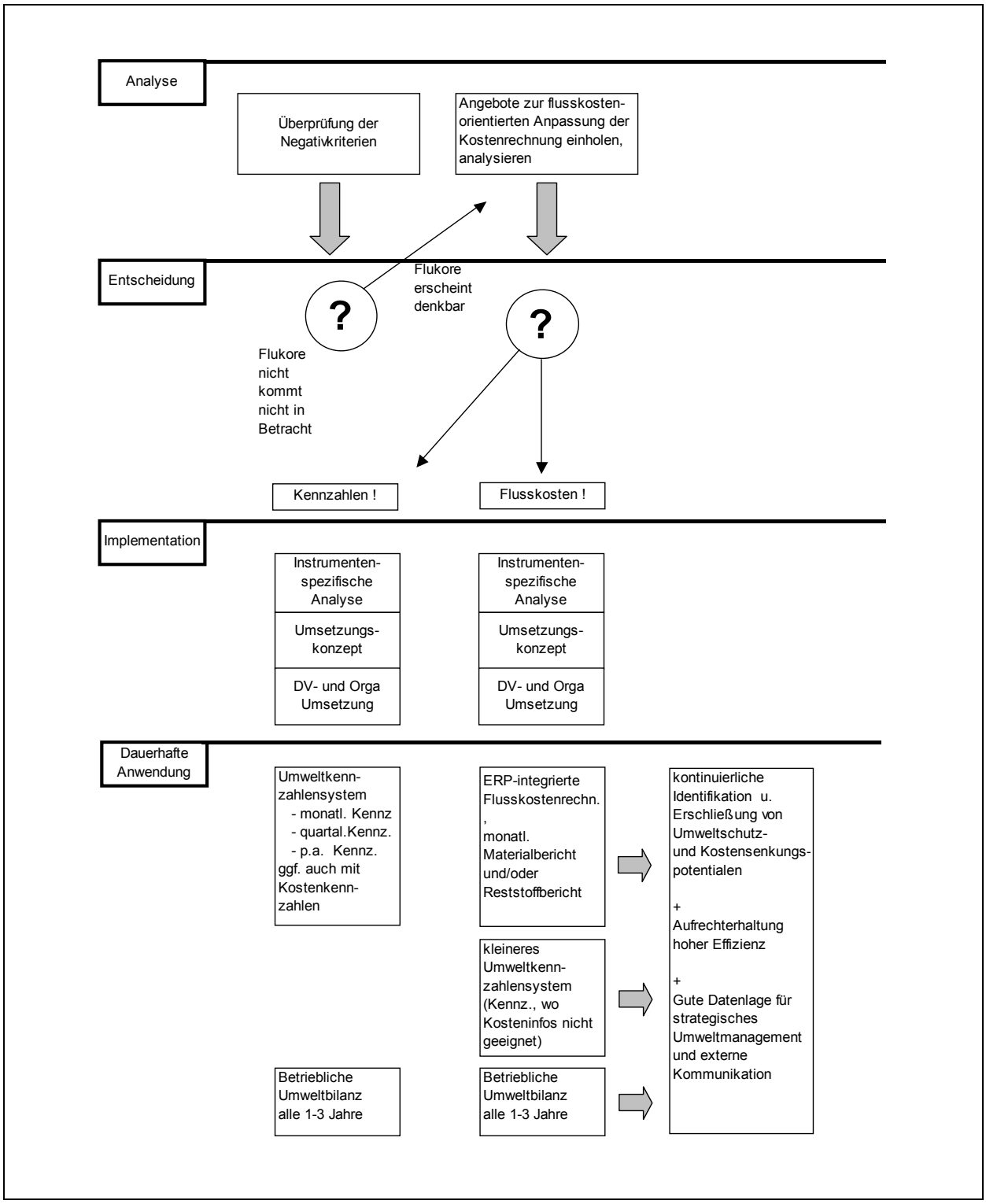


Abbildung 5: Ablauf von Analyse bis Anwendung der Instrumente in Unternehmen mit Umweltmanagementsystemen (Loew 2003)

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

7.7 Auswahl der Instrumente in Unternehmen ohne Umweltmanagementsystem

7.7.1 Ausgangssituation

Unter Unternehmen ohne Umweltmanagementsystem werden solche Unternehmen verstanden, die bislang weder Umweltmanagementsysteme nach EMAS oder ISO 14001, noch vergleichbare Managementsysteme, die zentrale Elemente von EMAS oder ISO 14001 enthalten, eingeführt haben.

In diesen Unternehmen gibt es damit keine systematisch entwickelte Aufbau- und Ablauforganisation, in der geregelt ist, wie die verschiedenen Aufgaben des Umweltmanagements realisiert werden. Das muss nicht bedeuten, dass Umweltschutzauflagen nicht eingehalten werden, oder dass noch keine ökologisch vorteilhaften Verbesserungspotenziale umgesetzt wurden. Die Einhaltung der Umweltschutzgesetze erfolgt dann in der Tendenz reaktiv, und Verbesserungspotenziale werden eher zufällig entdeckt.

Es fehlt in diesen Unternehmen, sofern sie eine bestimmte Größe und Materialvielfalt haben, ein quantitativer Überblick zu den umweltrelevanten Einsatzmaterialien, den entstehenden Abfällen und Emissionen. Eine Aufstellung der relevanten Umweltaspekte liegt nicht vor, und eine systematische Analyse bezüglich etwaiger Ökoeffizienzpotenziale hat noch nicht stattgefunden.

7.7.2 Ablauf

In diesen Unternehmen ohne Umweltmanagementsystem gilt es zunächst in einer Analysephase, einen Überblick zu den umweltrelevanten Einsatzmengen, Abfällen und Emissionen zu bekommen. Darauf aufbauend sind mehrere Entscheidungen zu treffen. Zum einen ist zu prüfen, ob weitere Analysen vorgenommen werden sollen, um unmittelbar umsetzbare Ökoeffizienzpotenziale zu identifizieren. Weiterhin ist in Erwägung zu ziehen, zumindest in Grundzügen, ein Umweltmanagementsystem mit klaren Zuständigkeiten und Zielsetzungen aufzubauen. Diese klaren Zuständigkeiten sind erforderlich, bevor die diskutierten Umweltcontrollinginstrumente dauerhaft genutzt werden können.

Sind die Zuständigkeiten geklärt, steht die Entscheidung an, ob und ggf. welche DV-gestützten Umweltcontrollinginstrumente dauerhaft bereitgestellt werden sollen.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

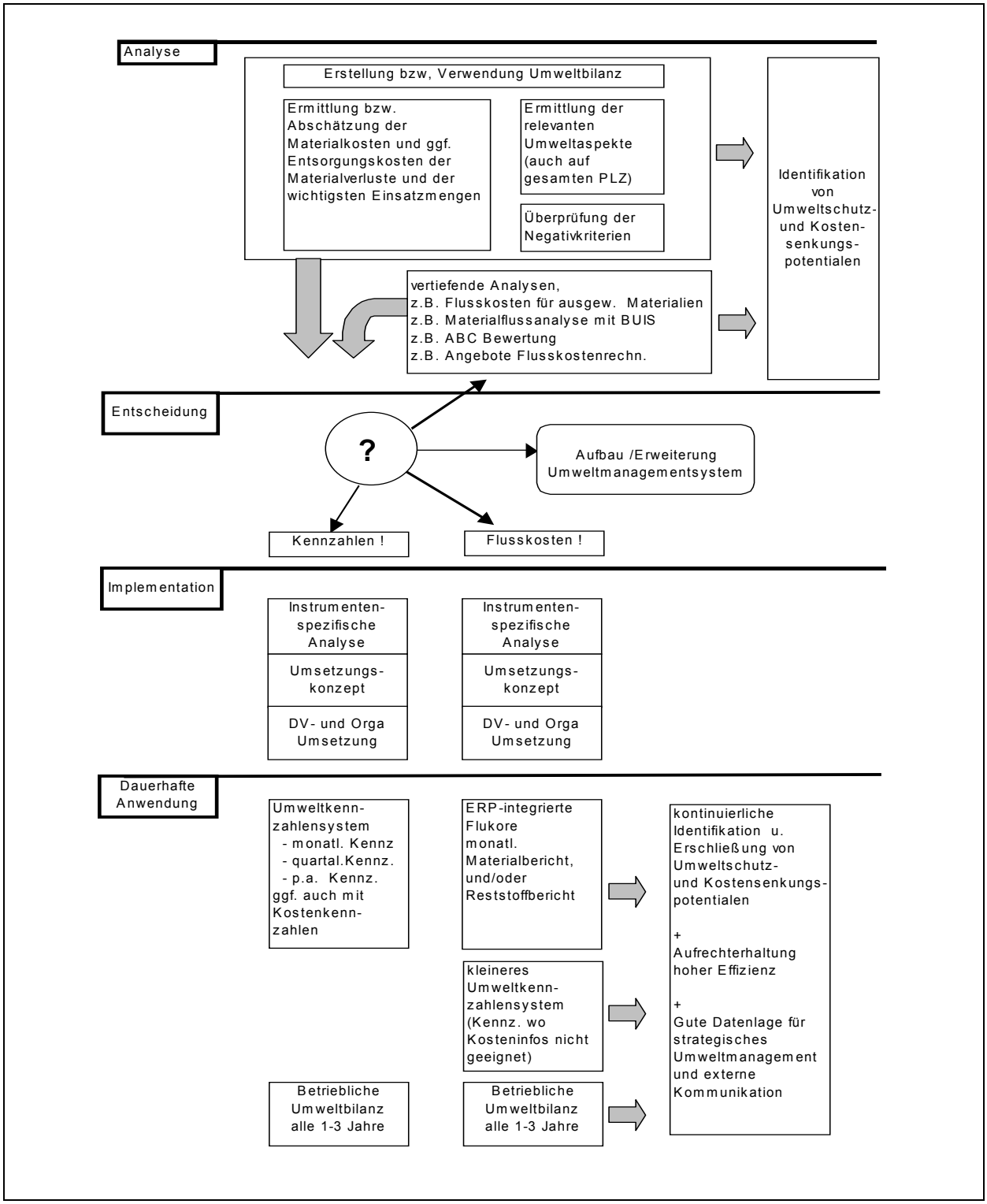


Abbildung 6: Ablauf von Analyse, Entscheidungsfindung und Umsetzung der Instrumente in Unternehmen ohne Umweltmanagementsystem (Quelle: eigene Darstellung)

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

7.7.3 Analysephase

Der zeitliche Aufwand für die ersten Analysen ist gering. Für ein Unternehmen ist von ein- bis zweitägigen Audits auszugehen. Sollten die ersten Betrachtungen ergeben, dass z.B. zur systematischen Identifikation von aktuell vorhandenen Umweltschutzpotenzialen weitere Informationen sinnvoll sind, können ggf. später vertiefende Analysen vorgenommen werden.

Zu der Analysephase können im wesentlichen folgende Instrumente angewendet werden:

7.7.4 Ausgangspunkt Umweltbilanz

Ausgangspunkt der Analysephase ist die Zusammenstellung der wesentlichen In- und Outputs. Hierfür hat sich die betriebliche Umweltbilanz als Instrument bewährt. Allerdings ist darauf zu achten, dass die erstmals zusammengestellte Umweltbilanz nicht unnötig detailliert und genau wird. Für die erste Analyse soll die Bilanz eine Übersicht zur Ausgangssituation vermitteln. Für diesen Zweck sollte es ausreichen, wenn nur für die wichtigsten Materialen die Mengen ermittelt oder genau abgeschätzt werden. Die Mengen von offensichtlich weniger relevanten Materialien können in dieser Phase zunächst offen gelassen werden, d.h. es genügt, die Materialien nur zu benennen.

Aufbauend auf der zunächst groben Zusammenstellung der Material- und Energieflüsse in der Umweltbilanz wird ein ökonomischer und ökologischer Analyseschritt vorgenommen.

7.7.4.1.1 Ökonomische Grobanalyse

Zur Beurteilung der Kostenrelevanz der Materialverluste werden die in diesen Verlusten enthaltenen Materialkosten und die verursachten Entsorgungskosten ermittelt. In weiteren Spalten der Umweltbilanz können sie entsprechend zugeordnet werden. Weiterhin sollten für die kostenrelevanten Inputmaterialien die Materialkosten ermittelt und ebenfalls zugeordnet werden. Schließlich sind noch die Energie- und Materialkosten von besonders umweltrelevanten Einsatzstoffen zu ergänzen.

7.7.4.1.2 Ermittlung der wesentlichen Umweltaspekte (ökologische Grobanalyse)

Die betriebliche Umweltbilanz ist das klassische Instrument, um die wesentlichen Umweltaspekte des Unternehmens zu identifizieren. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass die betriebliche Umweltbilanz nur einen Teilausschnitt betrachtet. So werden u.a. die Umwelteffekte der Produkte auf dem Produktlebenszyklus nicht durch die Bilanz widergespiegelt. Diese müssen daher zusätzlich abgeschätzt werden.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Nach der Zusammenstellung der Umweltaspekte bietet es sich an, diese nach ihrer Relevanz zu gewichten. Es hat sich folgende Einstufung bewährt (nach Kottman, Loew, Clausen 1999: 170):

- Größte Umweltrelevanz
- Deutliche Umweltrelevanz und
- Einfache Umweltrelevanz

Mit der Zusammenstellung der Umweltbilanz, der Zuordnung von Materialkosten und der Ermittlung der wesentlichen Umweltaspekte ist die erste Grobanalyse abgeschlossen. Im Idealfall wurden bereits im Kontext dieser Analyse erste Verbesserungspotenziale identifiziert.

7.7.5 Mögliche vertiefende Analysen

Bei der Betrachtung der ersten Analyseergebnisse kann deutlich werden, dass bestimmte vertiefende Analysen für ausgewählte Bereiche bzw. Fragestellungen hilfreich sind, um Umweltentlastungspotenziale bzw. Ökoeffizienzpotenziale zu identifizieren. Denkbar sind hier folgende Analysen:

- Analyse der Flusskosten von Materialverlusten, die relevanten Aufwand in den Produktionsprozessen verursachen
  → Ziel: Identifikation von Ökoeffizienzpotenzialen
- Erstellung eines Energiewirtschaftskonzepts
  → Ziel: Identifikation von Energiesparpotenzialen
- Erstellung einer Stoffflussanalyse mit Hilfe von stoffstromorientierter BUIS-Software
  → Ziel: Identifikation von Ökoeffizienzpotenzialen
- Detaillierte ökologische Beurteilung der eingesetzten Gefahrstoffe z.B. mit Hilfe der ABC-Methode
  → Ziel: Substitution/Auflistung der besonders umweltrelevanten Gefahrstoffe
- Erhöhung des Detaillierungsgrads der bisher erstellten Umweltbilanz
  → Ziel: Identifikation von Umweltentlastungspotentialen, Bereitstellung von Informationen für die interne und externe Kommunikation
- Lebenszyklusanalyse oder Produktökobilanzierung von Produkten
  → Ziel: Identifizierung von umweltbezogenen Ansatzpunkten für die Produktentwicklung
- Ökobilanzielle Betrachtung mengenmäßig relevanter Einsatzmaterialien → Ziel: Identifizierung von Möglichkeiten zur umweltorientierten Substitution von Einsatzmaterialien

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Eine Auswahl der Analysephase anwendbaren Instrumente ist in dem Bericht „Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung“ (Loew 2003) dargestellt.

7.7.6 Entscheidung

Die vorgenommen Analysen dienen den Unternehmen ohne Umweltmanagementsystem als Entscheidungsgrundlage dafür, wie das Umweltmanagement ausgebaut werden soll. Dazu gehört insbesondere die (ggf. auch informelle) Bestimmung einer Umweltpolitik mit strategischen Umweltzielen und die Definition entsprechender Zuständigkeiten und Abläufe.

Darauf aufbauend ist zu klären, mit welchen Umweltcontrollinginstrumenten die nun klarer definierten Aufgaben des Umweltmanagements unterstützt werden sollen. Hier ist dann wieder auf das unter *7.5 Entscheidung zwischen Standard- oder Flusskostenkombination* vorgestellte Entscheidungskalkül zurückzugreifen.

7.8 Zwischenfazit zum Auswahlkonzept Instrumentenkombination

7.8.1 Idealtypische Darstellung der Ausgangssituation

Die vorgestellten Ausgangssituationen in den Unternehmen („mit“ / „ohne Umweltmanagementsystem“ sind idealisierend. Sie dienten dazu, die unterschiedlichen Analyse- und Entscheidungsabläufe darzustellen. In der Praxis ist jeweils von den Unternehmen zu prüfen, in welchem Umfang sie die dargestellten Voranalysen durchführen, bevor sie anhand der Ausschlusskriterien eine Entscheidung zwischen der Standardkombination und der Flusskostenkombination fällen.

Eine Analyse des vorhandenen Informationssystems und des unternehmensspezifischen Informationsbedarfs ist nicht Teil der Analyse für die diese Auswahlentscheidung. Diese vertiefenden Betrachtungen werden erst nach der Entscheidung über die Instrumentenkombination bei der Entwicklung der unternehmensspezifischen Umsetzung vorgenommen. (siehe hierzu Kapitel 9.3 und 9.4).

7.8.2 Softwaregestützte Stoffstrommodelle

Im Rahmen des Forschungsprojektes INTUS wurde anfangs auch intensiv diskutiert und geprüft, ob und ggf. unter welchen Umständen eine dauerhafte Integration der stoffstrommodellierenden BUIS-Programme (wie z.B. Audit, Gabi, Umberto) eine praktikable Alternative neben Kennzahlen und Flusskostenrechnung darstellen könnte. Die Erfahrungen aus der probeweisen Anwendung in den Betriebsvorhaben des Forschungsprojektes INTUS gaben jedoch keine Anhaltspunkte, die für diese Ausgangsüberlegung spra-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

chen. Die Recherche nach Unternehmen, die diese Programme über entsprechende Schnittstellen fest mit Ihrem ERP-System verbunden haben, um Produktionsdaten regelmäßig auszulesen und zu analysieren, zeigte ebenfalls wenig Ergebnisse[13]. Offensichtlich eignen sich die Programme tendenziell besser für einmalige Analysen als für eine dauerhafte Integration in das betriebliche Informationssystem. Dies bestätigen z.B. auch die Erfahrungen aus dem inprozess Vorhaben [14].

[13] Ein Anwendungsbeispiel ist bei der Firma Schöller in Osnabrück anzutreffen. Hier wird ein stoffstromorientiertes BUIS kontinuierlich als PPS- System eingesetzt.

[14] Telefongespräch am 31.10.2003 mit Hr. Max Schumacher vom Deutscher Gießereiverband (DGV) Abteilung Fachberatung Umweltschutz. Siehe auch: Lange, Kuchenbuch 2003 sowie Kuchenbuch, Schroll, Helber 2003.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

8 Organisationslösung zur Integration der Umweltcontrollinginstrumente

Eine wesentliche Hypothese des Vorhabens war, dass die erfolgreiche Implementierung und Institutionalisierung von innovativen Instrumenten des Umweltcontrolling mit einer Integration in die sich entwickelnde Organisationsstruktur des Unternehmens verbunden ist und hierfür ein hohes Maß an organisationalem Lernen notwendig ist.

Hinter dieser Hypothese steht die Auffassung, dass Unternehmen lern- und entwicklungsfähig sind, wie sie insbesondere in Konzepten des organisationalen Lernens vertreten wird.

Hierzu wurden in einem Schritt die Grundannahmen des Begriffs ‚organisationales Lernen' analysiert und zwar in erster Linie aus einer soziologischen Perspektive und im Hinblick auf die Einführung von betrieblichem Umweltmanagement in Unternehmen. Auf dieser Basis wurden konzeptionelle Überlegungen zu organisationalen Lernprozessen in Verbindung mit betrieblichem Umweltmanagement und Umweltcontrollinginstrumenten abgeleitet.

Ein weiterer Schwerpunkt bestand dann einerseits in der Analyse von Barrieren bei den Prozessen des organisationalen Lernens, die speziell im Hinblick auf die Einführung von Instrumenten des Umweltcontrollings in Unternehmen zu erwarten sind. Andererseits wurden Methoden und Maßnahmen zur Förderung der Lernfähigkeit von Unternehmen näher betrachtet.

Außerdem wurden als weitere Grundlage zur Entwicklung eines integrierten Konzeptes zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling (siehe Kap. 7) neben vorhandenen Einführungskonzepten von Umweltcontrollinginstrumenten Erkenntnisse aus der betrieblichen Innovationsforschung nutzbar gemacht. Hierzu wurde zahlreiche Phasenmodelle sowie Promotorenmodelle für betriebliche Innovationsprozesse auf Übertragbarkeit untersucht.

8.1 Organisationales Lernen und Umweltmanagement

Die Konzepte des organisationalen Lernens können als eine Ablösung bzw. Weiterentwicklung des Begriffs der Organisationsentwicklung gesehen werden (vgl. Ridder 1994, 14), welcher sich in seiner Konzeption der linearen, direktiv gesteuerten Entwicklung von Organisationen als nicht haltbar erwiesen hat.

Organisationales Lernen ist bereits seit mehr als 30 Jahren Gegenstand sozialwissenschaftlicher, insbesondere organisationstheoretischer Forschung, und gehört seit etwa zehn Jahren zu den stark diskutierten Themen in der Managementlehre (Klimecki / Thomae 1997). Man widmet sich stark der Frage, ob und unter welchen Bedingungen Organisationen bzw. Individuen in Organisationen lernen. D.h. sich auf veränderte Verhältnisse einstellen, den Anforderungen angepasst handeln sowie Innovationen durchführen

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

können. Hierbei wurden verschiedene konzeptionelle Ansätze entwickelt, eine einheitliche theoretische Basis oder einheitliche Definition liegt nicht vor.[15]

Der Mensch zeichnet sich durch die Fähigkeit zur Selbstreflexion, zur kritischen Auseinandersetzung mit sich und seiner Umwelt, mit seinem Handeln und Tun, durch die bewusste Veränderung und Erweiterung seiner Verhaltensweisen sowie durch die Anpassung auf sich verändernde Gegebenheiten in seiner Umwelt aus. Dieser Verhaltenskomplex wird zumeist als (individuelles) Lernen bezeichnet.

Organisationales Lernen setzt individuelles Lernen voraus, geht aber darüber hinaus. Es beinhaltet den Erwerb und die Veränderung von Wissen im Hinblick auf das Unternehmen und seine Umwelt, die losgelöst von einzelnen MitarbeiterInnen dadurch fortbestehen, dass sie durch Weitergabe an andere zu allgemein geteilten handlungsanleitenden Theorien und überindividuell gültigen Routinen werden (Nagl 1997, 54f).

Es kann definiert werden als der Prozess

- „der Veränderung der organisationalen Wissensbasis,
- der Verbesserung der Problemlösungs- und Handlungskompetenz sowie
- der Veränderung des gemeinsamen Bezugrahmens von und für Mitglieder innerhalb der Organisation.“ (Probst & Büchel 1998, 17).

Im Gegensatz zum individuellen Lernen geht es beim organisationalen Lernen in erster Linie um das sogenannte organisationale Wissen, welches eine Art kollektives Wissen darstellt (vgl. Breisig/Wengelowski 1994, 9). Dieses Wissen ist zum Teil an Personen (Mitglieder der Organisation) gebunden, findet sich aber u.a. auch in den Strukturen, Regeln und in der Kultur der Organisation wieder. Eine notwendige Bedingung für organisationales Lernen ist es, dieses Wissen von den Personen in der Organisation zu lösen und von ihnen unabhängig zu machen, um es auch nach Ausscheiden der jeweiligen Person verfügbar zu haben. Im Allgemeinen besteht der erste Schritt also darin (sofern dies im Unternehmen nicht schon geschehen ist), individuelles Wissen und Können zu kollektivieren, das heißt zu sammeln und für die gesamte Organisation bzw. die relevanten Personen zugänglich zu machen. Gleichzeitig gilt es dafür zu sorgen, dass dieses gesammelte Wissen von den verschiedenen Stellen auch genutzt wird, und zwar in einer unternehmensdienlichen Weise. Sodann gilt es, diese organisatorische Wissensbasis ständig weiterzuentwickeln und aktuell zu halten (vgl. Hennemann 1997, 206ff). Organisationales Lernen vollzieht sich also in einer Wechselwirkung zwischen Individuum und Organisation.

[15] Für einen Überblick über verschiedene Ansätze vgl. Klimecki und Thomae (1997) oder Berthoin Antal und Dierkes (2000).

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Die organisationale Wissensbasis besteht, wie oben schon angedeutet, nicht nur aus spezifischem Fachwissen bzw. Primärwissen, also Daten oder Informationen, sondern auch aus den gesamten in der Organisation relevanten Strukturen, Regeln, Verhaltensweisen, Gewohnheiten etc. Um Lernprozesse, also Veränderungen, erfolgreich und nachhaltig zu implementieren, geht es darum, dieses Sekundärwissen soweit wie möglich in diese Prozesse einzubinden. Ziel des organisationalen Lernens ist es, dem Unternehmen eine flexible Struktur zu geben, um es wandlungsfähig zu halten. Dies ist erforderlich, damit in einem angemessenen Zeitraum auf sich verändernde Umweltbedingungen reagiert werden kann und die Organisation sich so weiterentwickelt.

In den Konzepten zum organisationalen Lernen wird im allgemeinen zwischen verschiedenen Formen des Lernens bzw. verschiedenen Lerntiefen unterschieden. Diese Differenzierung geht auf Bateson (1964) und Argyris & Schön (1978) zurück. Argyris & Schön (1978) (vgl. Abbildung 7) unterscheiden zwischen

- Single-loop-Lernen (Anpassungslernen): Entscheidungsirrtümer werden innerhalb bestehender Handlungsprämissen und Normen ausgeglichen.
  Innerhalb der vorgegebenen Organisationsstruktur wird ein auf Effizienz zielendes Anpassungslernen vollzogen und bestehende Problemlösungen optimiert. Ergebnisse sind z.B. verfeinerte Handlungsroutinen an der Oberfläche der Unternehmensorganisation (Prozess- und Verfahrensoptimierungen), ohne die Abläufe grundlegend zu verändern. Unterstützt werden diese Routinen durch organisatorische Systeme, die handlungsrelevantes Wissen speichern und kommunizieren, wie Handbücher. Der Übergang von individuellem zum Organisationslernen erfolgt dann, wenn der Einzelne den anderen Mitgliedern der Organisation seine Fehlerentdeckung und -korrektur vermittelt.

- Double-Loop-Lernen (Veränderungslernen): Individuelle und organisationale Verhaltensmuster, Normen und Annahmen werden kritisch reflektiert und gegebenenfalls verändert.
  Die Organisation muss in der Lage sein, ihre aktuellen Handlungstheorie kritisch zu prüfen und in Frage zu stellen. Ein Beispiel ist die erfolgreiche Einführung einer neuen Marktstrategie, mit der sich ein Unternehmen neue Erfolgspotenziale sichert. Nicht nur vorgegebene Ziele (wie oben) werden effizienter verwirklicht, sondern die Ziele werden selbst hinterfragt (Effektivität). Konflikte sind bei diesem Lerntyp zwischen Organisationsmitgliedern bzw. einzelnen Gruppen sehr wahrscheinlich.

- Deutero-Lernen (Prozesslernen, Lernen zu lernen): Die Verbesserung der Lernfähigkeit einer Organisation wird selbst zum Gegenstand des Lernprozesses. Durch Reflexion und Analyse der Organisation und ihrer Lernprozesse durch sich selbst soll die Lernfähigkeit langfristig verbessert werden, es soll also gelernt werden zu lernen. Oder, anders ausgedrückt, es soll eine Lernkultur etabliert werden, die der Organisation die Fähigkeit zur kontinuierlichen Transformati-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

on verleiht. Dieser Vorgang ist sehr umfangreich und voraussetzungsvoll und daher in der Praxis schwer zu finden.

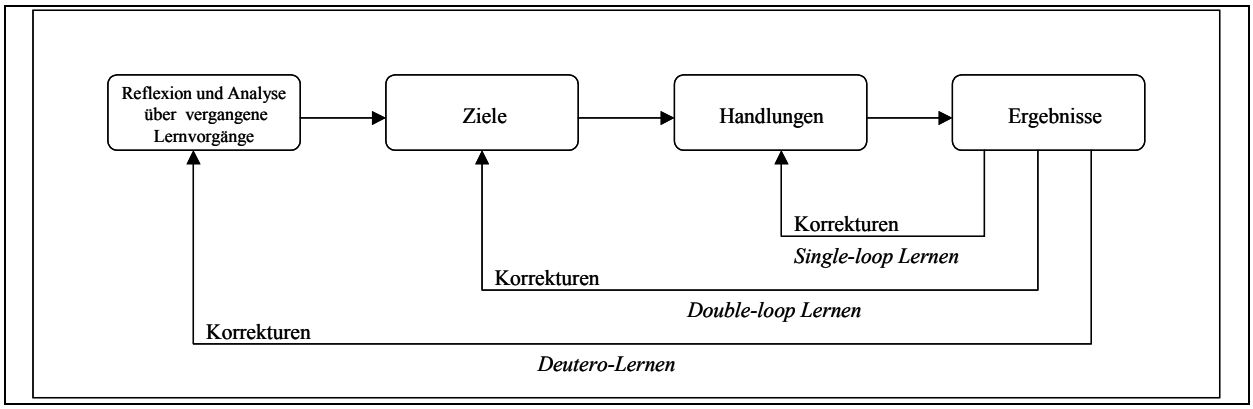


Abbildung 7: Unterscheidung der Lerntypen nach Argyris & Schön (1978)

Darauf aufbauend werden im folgenden kurz konzeptionelle Ansätze skizziert und Zusammenhänge zwischen umweltbezogenen Lernprozessen und Umweltmanagement dargestellt.

8.1.1 Konzeptionelle Ansätze

Der Zusammenhang von organisationalem Lernen und Umweltmanagement bzw. Umwelthandeln von Unternehmen ist sowohl konzeptionell (vgl. z.B. Epstein/Roy 1997; Kreikebaum 1997; Steger 1997, Schlatter 1998; Harde 1994) als auch empirisch (z.B. Winter 1997; Finger et al. 1996) erst ansatzweise untersucht.

Epstein & Roy (1997) untersuchen den Zusammenhang zwischen Umweltmanagement gemäß ISO 14001 und organisationalem Lernen. Sie stellen fest, dass ein funktionierendes Umweltmanagementsystem sowohl die Unternehmenskultur (Normen und Werte) als auch die Unternehmensstruktur (Organisation) durchdringen muss. Außerdem muss es sich im Wissen und Können der MitarbeiterInnen widerspiegeln und durch technische und organisatorische Instrumente unterstützt werden.

Als Bestandteile von ISO 14001, die Lernprozesse befördern, identifizieren Epstein und Roy (1997):

- Die Umweltpolitik, die allen eine klare Vision davon gibt, was die Organisation im Umweltschutz erreichen will.
- Die Umweltziele und das Umweltprogramm, wodurch geteilte Verantwortung und gemeinsame Problemlösung unterstützt werden und verschiedenes Wissen bzw. Expertise auf gemeinsame Ziele gerichtet wird.
- Den Aufbau und die Dokumentation des Umweltmanagementsystems. Durch die Dokumentation wird Wissen den Organisationsmitgliedern zugänglich. Durch das Umweltmanagementsystem werden

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Kommunikationswege festgelegt, dies unterstützt die Kommunikation und Information im Unternehmen.

- Das Audit und die damit verbundene Überprüfung des Umweltprogramms.

- Der Management Review mit Überprüfung der Ziele und Strategien.

Winter (1997) entwickelt ein Modell des ökologisch motivierten Organisationslernens, das im wesentlichen auf Wissensakquisition und Wissensdistribution aufbaut. Zentrale operationalisierbare Aspekte des Organisationslernens werden in der Akquisition und Distribution von Wissen gesehen. Die Wissensakquisition wird über die Analysekriterien Quellen und Zeitaufwand der Wissensakquisition sowie über die Anforderungen an Instrumente zur Unterstützung der Wissensakquisition beurteilt. Bei der Wissensdistribution sind es die Kriterien Formalisierungsgrad des Wissens, die Transparenz der Wissensträger und die Problemadäquanz des distribuierten Wissens und Anforderungen an Instrumente zur Unterstützung der Wissensdistribution. Des weiteren erfolgt in seinem Modell eine Unterteilung des Organisationslernens in die vier ökologischen Lernfelder „Betrieb", „Produkt", „Kommunikation" und „Mitarbeiter". Dieses Analyseraster wird in drei Unternehmen angewendet, um das ökologische Organisationslernen zu charakterisieren und Schwachstellen aufzudecken. Das von Winter (1997) entwickelte Modell bewegt sich im wesentlichen auf der Ebene des single-loop-Lernens, Veränderungen im Bereich der Unternehmenskultur und -strategie werden nicht einbezogen.

Finger et al. (1996a und 1996b) identifizierten aus Fallstudien Einflussfaktoren auf umweltbezogene Lernprozesse, typische Verläufe von Lernprozessen und verschiedene Dimensionen der Lernprozesse und entwickelten eine Konzept des umweltbezogenen Lernprozesses von Unternehmen mit den vier Lernschritten Entlernen, Anpassungslernen, Veränderungslernen und Lernkultur. Ziel der Lernprozesse ist eine umfassende Integration des Umweltthemas in das Handeln, die Struktur, die gesamte Organisation und die Kultur der Organisation. Die ersten beiden Lernschritte wurden von Finger et al. auch in der Praxis beobachtet. Lernschritt drei und vier wurden als logische Folgen vermutet, konnten aber in der Praxis nicht beobachtet werden.

Auch Kreikebaum (1996) unterscheidet verschiedene Phasen des ökologischen Lernprozesses. Als erste Phase sieht er die Erzeugung ökologischen Lernbewusstseins bei Führungskräften und MitarbeiterInnen. Diese lernen zunächst für sich selbst und übertragen in der zweiten Phase das neue persönliche Wissen auf das Unternehmen. In der dritten Prozessphase wird der Lernprozess in konkrete Vorgaben einer ökologisch-offensiven Umweltschutzstrategie in der strategischen Planung umgesetzt.

Brentel (2000) und das Wuppertal Institut entwickeln in einem Modellprojekt mit mehreren kleinen und mittelständischen Unternehmen ein Konzept zur beteiligungsorientierten Ausgestaltung von Umweltmanagementsystemen unter Berücksichtigung mikropolitischer Organisationsforschung und Forschung zu organisationalem Lernen. Sie entwickeln auf dieser Basis ein Vorgehen mit Befragungen, Interviews, Workshops und Qualifizierung. Kern-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

idee ist, dass die Analyse und Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes mit einer Analyse und Verbesserung der informellen organisatorischen Beziehungen einhergehen muss. Eine ähnlich Methode ist das von Pfriem (1999; Pfriem & Schwarzer 1996) entwickelte „Soft Factor Assessment“, mit dem in Unternehmen zunächst sogenannte soft factors oder soft skills wie z.B. Visionsfähigkeit, Werte und Leitbilder, Innovationsfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit etc. mittels Fragebogen erhoben und ausgewertet werden. Auf dieser Grundlage werden dann im Unternehmen Lern- und Veränderungsprozesse angeregt.

8.1.2 Umweltbezogene Lernprozesse und Umweltmanagement

Unter Berücksichtigung der Funktionen des Umweltcontrolling sowie der einsetzbaren Umweltcontrollinginstrumente lassen sich die einzelnen Lernprozesse im Rahmen des Umweltmanagements einzelnen Schritten bzw. Prozessen wie folgt zuordnen.

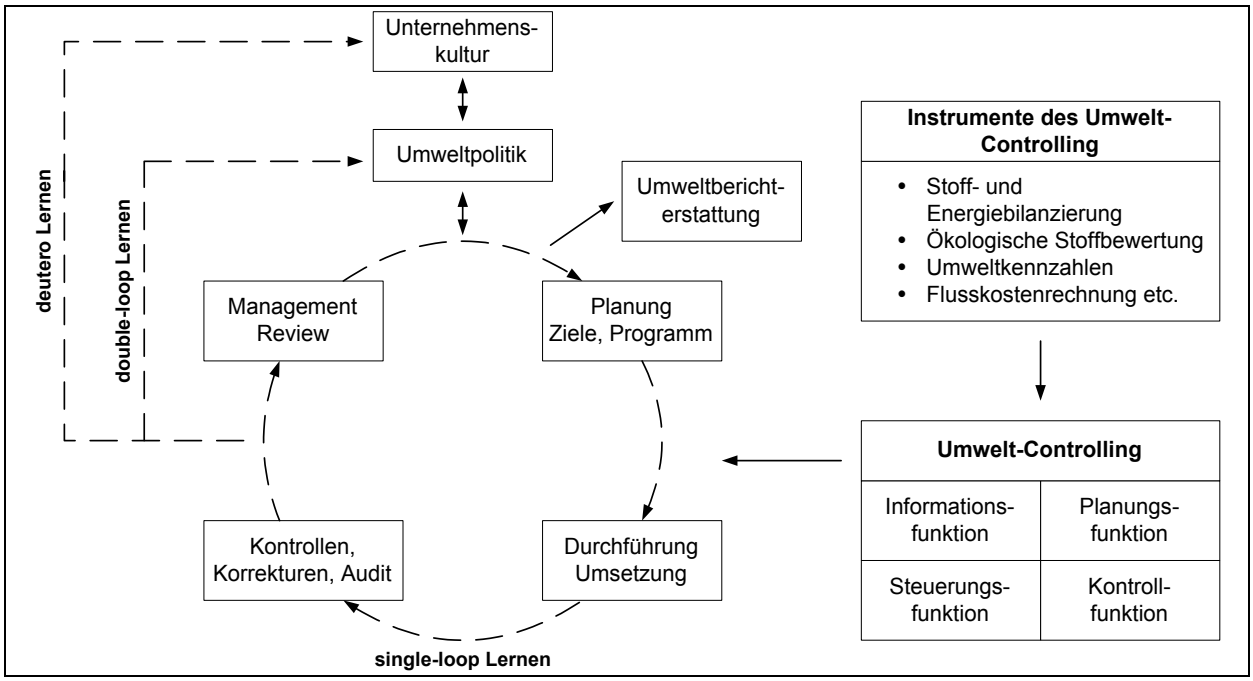


Abbildung 8: Umweltbezogene Lernprozesse und Umweltmanagement

Die Einführung von Umweltmanagement ist immer auch mit organisationalen Lernprozessen verbunden, bedingt durch die notwendigen organisatorischen und ‚kulturellen’ Veränderungsprozesse. Der kurz- und vor allem langfristige Erfolg solcher umweltpolitischer Strategien hängt entscheidend von der Lernfähigkeit der Organisation ab und ihrem Willen, nicht auf der Stufe des einfachen Anpassungslernens zu verharren, sondern Anstrengungen in Richtung Veränderungs- oder sogar Prozesslernen zu machen.

Doch schon erfolgreiches Anpassungslernen ist eine umfangreiche Aufgabe, die einiges an Aufwand erfordert. Als erstes muss das bisherige Umweltverhalten des Unternehmens erfasst und analysiert werden. Dazu müssen entsprechende Instrumente des Umweltcontrollings installiert und betreut werden, um dann die Ergebnisse der Umweltmaßnahmen mit den Festlegungen

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

in den Umweltzielen und dem Umweltprogramm zu vergleichen. Die Schwachstellen sollen aufgedeckt und durch entsprechende Änderungen ausgebessert werden. Um hier langfristige Verbesserungen zu erzielen, ist vor allem das Verständnis und die Mitarbeit der Beschäftigten entscheidend, sonst verlaufen die Bemühungen im Sand und man ist schnell wieder zur Alltagsroutine zurückgekehrt.

Veränderungslernen greift tiefer in das Geschehen im Unternehmen ein und ist daher mit größeren Schwierigkeiten konfrontiert. Nötig ist eine vorangegangene Sensibilisierung der Verantwortlichen für die Wichtigkeit von ökologischen Fragen für das Unternehmen. Weiterhin ist es erforderlich, die im Zuge des Anpassungslernens gesammelten Erkenntnisse auszuwerten und auf dieser Basis die Umweltpolitik als Ganzes zu überdenken. Veränderungslernen liegt dann vor, wenn als Folge dieser Selbstreflexion die Umweltpolitik neu definiert und weitergehende Ziele in den Blick genommen werden. Es werden nicht mehr nur die Maßnahmen angepasst, sondern die übergeordneten Leitlinien neu ausgerichtet und neue Problemlösungsmechanismen etabliert.

Das Prozess- oder Deutero-Lernen schließlich ist nicht mehr nur auf einen Bereich, also z.B. Umweltschutz, begrenzt, sondern umfasst das gesamte Unternehmen. ‚Lernbereich' in diesem Fall ist die Unternehmenskultur bzw. die Lernfähigkeit selbst.

Um die Ökologie in die Unternehmenskultur zu integrieren, müssen die ökologischen Werte und Verhaltensweisen im ganzen Unternehmen verankert werden. Diese (neue) Unternehmenspolitik hat Auswirkungen auf die Struktur und die Kultur des Unternehmens. Da die Unternehmensführung die Unternehmenskultur entscheidend prägt, hat diese die Aufgabe einen Ausgleich zwischen sozialen, ökonomischen und ökologischen Zielen der Mitarbeiter und der Unternehmung zu finden (Moser 1996: 38). Da die Mitarbeiter tragende Elemente und Voraussetzung für die Umsetzung auch ökologischer Ziele sind, ist ein Umweltbewusstsein der im Unternehmen tätigen Menschen dafür erforderlich. Das Ökologiebewusstsein muss also bei den Trägern der Problemlösung verankert sein (Moser 1996: 38).

In Reflexion der Ansätze des organisationalen Lernens auf die Instrumente des Umweltcontrolling wird deutlich, dass der Fokus der durch die Instrumente ausgelösten Lernprozesse im Single-loop-Lernen (Anpassungslernen) liegt. D.h. mit Hilfe dieser Instrumente wird ein auf Effizienz zielendes Anpassungslernen vollzogen und bestehende Problemlösungen optimiert. Darüber hinaus kann der institutionalisierte Einsatz von Umweltcontrollinginstrumenten entscheidend die Dynamisierung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses unterstützen und zu „Quantensprüngen" anregen, so dass sich die Wahrscheinlichkeit für Double-Loop-Lernen (Veränderungslernen) erhöht, bei dem organisationale Verhaltensmuster, Normen etc. kritisch reflektiert und geändert werden. Über die Bereitstellung wichtiger Informationen für die interne und externe Kommunikation des Unternehmens können die institutionalisierten Umweltcontrollinginstrumente motivierend auf die Mitarbeiter wirken. Analysierte Veränderungen in diesem Bereich, z.B. die Steigerung der Motivation der Mitarbeiter im Umweltschutz und daraus resul-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

tierende Änderungen bzw. Anpassungen der Unternehmenskultur, können dann dem *Deutero-Lernen* zugeordnet werden.

8.2 Barrieren des organisationalen Lernens in Unternehmen

Ebenso wie bei Individuen sind Lernprozesse in Organisationen keine selbstverständlichen Vorgänge, sondern hängen von einer Reihe von Voraussetzungen ab und werden mit spezifischen Hindernissen konfrontiert. Neben Widerständen bei den beteiligten Personen kommt die oftmals sehr ausgeprägte Schwerfälligkeit von Organisationen in Bezug auf Veränderungen, in der Literatur unter dem Stichwort ‚organisationale Trägheit' diskutiert, hinzu. Gemeint ist die Schwierigkeit, festgefahrene, über lange Zeit eingespielte Wege und Verfahren im Agieren der Organisation und ihrer Einheiten zu ändern. Oftmals werden diese determiniert durch latente, also verdeckte und informelle Strukturen, die nur schwer offen zulegen geschweige den zu ändern sind.

In der folgenden Darstellung sind einige Faktoren aufgeführt, die zu organisationaler Trägheit beitragen und damit Lernprozesse behindern. In Anlehnung an Sander (1995, 132f) werden die Barrieren in drei Kategorien eingeteilt, in individuelle, strukturelle und unternehmenskulturelle Hindernisse. Diese Einteilung ist nicht immer eindeutig zu treffen und soll mehr eine ungefähre Orientierung als eine starre Kategorisierung bieten. Weiterführende Darstellungen zu den einzelnen Barrieren sind in einem Ergebnisbericht beschrieben[16].

Individuelle Barrieren	Strukturelle Barrieren	Unternehmenskulturelle Barrieren
- Wahrnehmungs-, Verarbeitungs- und Lernkapazität - Mangelnde Bereitschaft zu Veränderungen aus Angst vor Machtverlust - Angst vor Überforderung	- Ausdifferenzierung der Organisation - Hierarchien	- Kollektiver Rollenzwang - Defensive Routinen - Überbetonung der Einheitskultur und Binnenorientierung - Vergangenheitsorientierung - Machtverteilung und Partizipationsregeln

Abbildung 9: Barrieren des organisationalen Lernens im Überblick

[16] Steinfeldt, Michael; Hoffmann, Esther (2003): Organisationales Lernen und umweltbezogene Lernprozesse, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads oder als Schriftenreihe 170/03 des IÖW

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

8.3 Methoden und Maßnahmen zur Förderung der Lernfähigkeit von Unternehmen

Es ist deutlich geworden, dass organisationales Lernen mit dem Ziel eines dauerhaften Wandels einer Organisation ein Prozess ist, der von zahlreichen Randbedingungen abhängt.

Um das Potenzial von organisationalem Lernen im Unternehmen einschätzen und Lernprozesse steuern zu können, sind die drei Dimensionen des organisationalen Lernens

- Individuum mit seiner Fähigkeit zum individuellen und kollektiven Lernen,
- Struktur des Unternehmens und
- Kultur des Unternehmens und seiner sozialen Gruppen

zu betrachten.

Diese drei Bereiche sind in jeder Organisation unterschiedlich ausgeprägt und in ihrer Zusammensetzung einzigartig. Einerseits hängen sie voneinander ab und andererseits beeinflussen sie sich gegenseitig. Die Konstellation der Dimensionen entscheidet wesentlich die Methodenwahl für ein erfolgversprechendes organisationales Lernen.

An dieser Stelle sollen einige Aspekte aufgelistet werden, die sich größtenteils aus den oben besprochenen Barrieren ableiten, diese entkräften und somit zu einem besseren Gelingen von Lernprozessen beitragen sollen.

Als erstes werden ausgewählte Methoden für die Verbesserung der Lernfähigkeit des Individuums – einzeln und im Kollektiv – aufgeführt, danach werden einige relevante förderliche Bedingungen bezüglich der Unternehmensstruktur sowie Methoden zur Organisationsentwicklung dargestellt. Die Dimension der Unternehmenskultur und ihr Einfluss auf organisationale Lernprozesse wird anschließend kurz beschrieben.

8.3.1 Methoden zur Mitarbeiter- und Teamentwicklung

Bei der Lösung betrieblicher Probleme ist die Einbeziehung der Mitarbeiter unabdingbar. Ziel ist es, das brachliegende Wissen und den Erfahrungsschatz des Personals, für das Unternehmen nutzbar zu machen. Dabei sollte es sowohl um die Vermittlung von Fachwissen und Lern- und Problemlösungstechniken gehen, als auch darum, die Mitarbeiter mit sogenannten ‚soft skills', wie z.B. Kommunikations- und Teamfähigkeit, Selbstreflexion, Aufgeschlossenheit etc. vertraut zu machen. So soll versucht werden, die allgemeine Lernfähigkeit des Personals zu verbessern. Weiterhin wird dadurch die Motivation gefördert, und die Mitarbeiter werden für die betrieblichen Belange ein größeres Engagement zeigen.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

In der folgenden Übersicht (in Anlehnung an Gappmaier, Heinrich (Hrsg.) 2000) ist die Auswahl an Methoden für eine erfolgreiche Mitarbeiter- und Teamentwicklung dargestellt; eine differenzierte Beschreibung erfolgt in einem Ergebnisbericht[17].

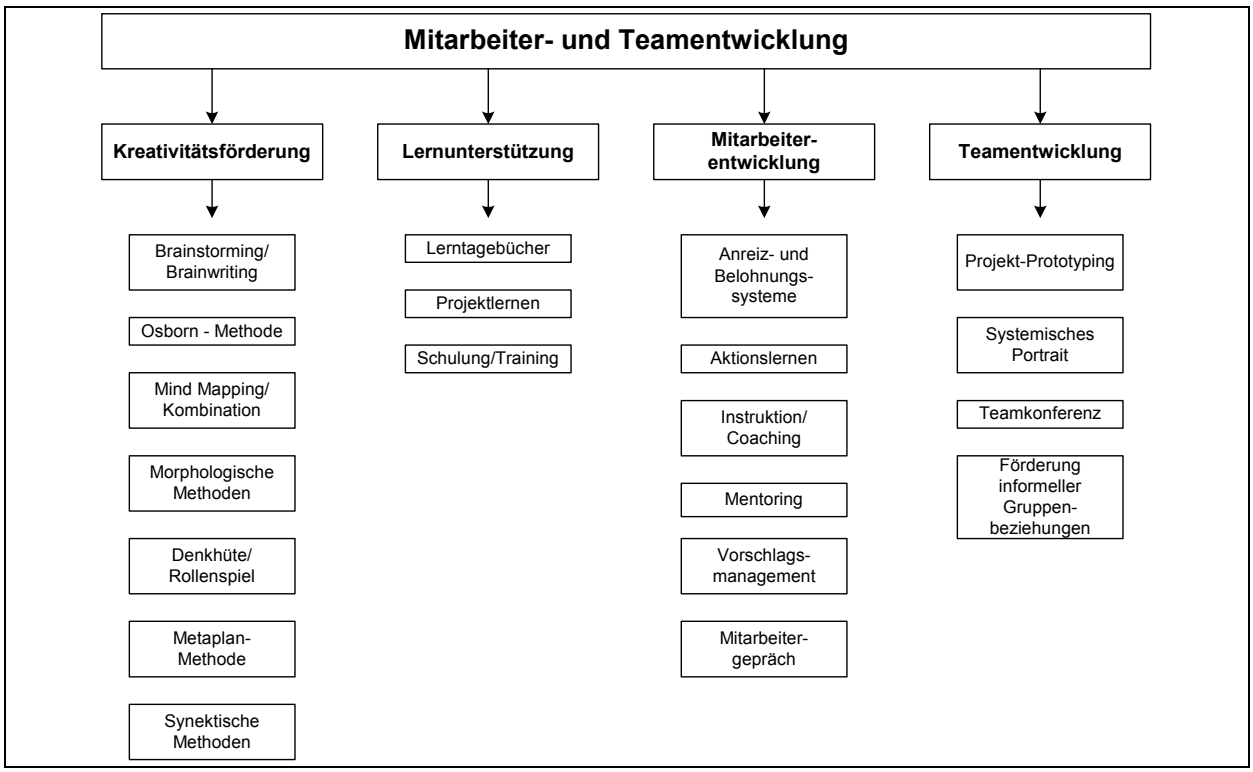


Abbildung 10: Methoden der Mitarbeiter- und Teamentwicklung

8.3.2 Struktur des Unternehmens

Förderliche Bedingungen zur Initiierung von organisationalen Lernprozessen die mit der Struktur des Unternehmens zusammenhängen sind beispielsweise Transparenz, offene Informationspolitik, flache Hierarchien und dezentrale Strukturen, Qualifizierungssysteme für Mitarbeiter sowie Innovationsmanagementsysteme.

Eine wichtige Voraussetzung, nicht nur für organisationales Lernen, sondern im Prinzip für alle Vorgänge, ist die Gewährleistung von Transparenz im Unternehmen. Entscheidungen sollten immer offen gelegt werden und der Stelle bzw. Person, die sie getroffen hat, zugeordnet werden können, um so Ansprechpartner für Rückfragen und bei Problemen zu haben.

Durch eine offensive Informationspolitik bei Veränderungen lässt sich langfristig erreichen, dass alle Mitarbeiter die nötige Akzeptanz für sämtliche

[17] Steinfeldt, Michael; Hoffmann, Esther (2003): Organisationales Lernen und umweltbezogene Lernprozesse, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads oder als Schriftenreihe 170/03 des IÖW

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Maßnahmen und Anordnungen der Geschäftsleitung aufbringen und die angestrebten Wandlungen unterstützen und sich aktiv beteiligen. Denn in den meisten der Fälle sind Lernbestrebungen, auch im Falle des Umweltmanagements, von der Geschäftsleitung angeordnet. Nur wenn das Personal den Sinn und Zweck von Änderungen nachvollziehen und ihnen auch zustimmen kann, wird es sie tragen.

Ein wesentliches Merkmal einer lernenden Organisation ist ihre Fähigkeit, die Kreativität ihrer Mitglieder zu fördern und nutzbar zu machen. Dies ist nur schwer möglich, wenn der Handlungsspielraum der Mitarbeiter durch detaillierte Vorgaben eingeengt wird. Um die nötige Qualifikation der Mitglieder einer Organisation für Lernprozesse zu sichern, ist es wichtig, für regelmäßige Weiterbildung zu sorgen. Dafür sollte ein konkret auf die jeweiligen Maßnahmen abgestimmtes Qualifizierungssystem im Unternehmen vorhanden sein.

Verwandt mit dem Bereich Wissensmanagement ist das Innovationsmanagement, allein schon dadurch, dass Innovation immer mit (neuem) Wissen verbunden ist. Die beiden Bereiche sind nicht exakt voneinander zu trennen. Laut Friedrich/Raffel (1998) ist einer der Kernpunkte für erfolgreiche Innovationsaktivitäten die ‚interdisziplinäre' Beteiligung an ebendiesen. Vertreter aus allen Abteilungen müssen daran beteiligt werden, um den Erfolg zu sichern. Dies kann allgemein als Anforderung an Lernprozesse formuliert werden: sie dürfen nicht nur auf Eliten begrenzt bleiben, sondern müssen alle Gruppen mit einbeziehen.

8.3.3 Methoden der Organisationsentwicklung

Die Gesellschaft für Organisationsentwicklung definiert den Begriff Organisationsentwicklung „als einen längerfristig angelegten, organisationsumfassenden Entwicklungs- und Veränderungsprozess von Organisationen und der in ihnen tätigen Menschen. Der Prozess beruht auf Lernen aller Betroffenen durch direkte Mitwirkung und praktische Erfahrung". Dabei soll gezielt die Leistungsfähigkeit der Organisation und die Qualität des Arbeitslebens verbessert werden.

Organisationsentwicklung sollte als ein immer wieder aufs neue beginnender Prozess gesehen werden (Gappmaier, Heinich (Hrsg.) 2000: 246). Ein ständiges Mitdenken und Verändern ist erforderlich. Dieses Bewusstsein und Engagement für die Notwendigkeit einer Entwicklung muss bei vielen Mitarbeitern erst geschaffen werden. Deshalb erstreckt sich Organisationsentwicklung normalerweise auf einen Zeitraum von mehreren Jahren.

In der folgenden Übersicht (in Anlehnung an Gappmaier, Heinrich (Hrsg.) 2000) ist eine Auswahl an Methoden für eine erfolgreiche Organisationsent-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

wicklung dargestellt; eine nähere Beschreibung erfolgt in einem Ergebnisbericht[18].

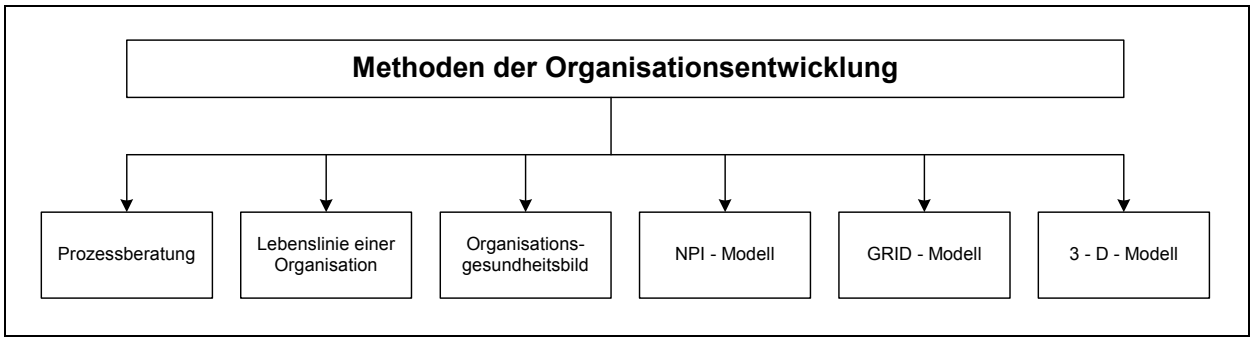


Abbildung 11: Methoden der Organisationsentwicklung

8.3.4 Unternehmenskultur

Jedes Unternehmen hat seine eigene unverwechselbare Kultur, die eine wichtige Bestimmungsgröße für den wirtschaftlichen Erfolgs des Unternehmens ist. „Unternehmenskultur ist die Gesamtheit von Normen, Wertvorstellungen und Denkhaltungen, die das Verhalten der Mitarbeiter aller Stufen und somit das Erscheinungsbild eines Unternehmens prägt.“ (Pümpin et al. 1985) Aus der Definition wird klar, dass die Unternehmenskultur zu einem großen Teil durch die Menschen geprägt wird, denn die Kernfaktoren der Unternehmenskultur sind das Persönlichkeitsprofil der Führungskräfte, Rituale und Symbole der Führungskräfte und Mitarbeiter und die Kommunikation (Thommen 1991: 790). Die Führungskräfte und Mitarbeiter sind Kulturträger der Organisation und gleichzeitig – wenn auch oft unbewusst – auch Kulturgestalter, indem sie durch ihr Wissen, ihre Erkenntnisse und Erfahrungen, Normen und Werte, Handlungen und Kommunikation die Unternehmenskultur beeinflussen und verändern.

8.4 Phasen- und Promotorenmodelle für betriebliche Innovationsprozesse

Die Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling kann im Unternehmenskontext als betriebliche organisatorische Innovation aufgefasst werden. Einerseits ist die Instrumentenanwendung gekoppelt mit der IT-Unterstützungslösung für das spezifische Unternehmen neuartig und andererseits ist die Instrumentenanwendung organisatorisch in der Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens eingebettet.

[18] Steinfeldt, Michael; Hoffmann, Esther (2003): Organisationales Lernen und umweltbezogene Lernprozesse, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads oder als Schriftenreihe 170/03 des IÖW

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Aus dieser Perspektive wird es möglich, die vielfältigen Erkenntnisse der Innovationsforschung für die Erstellung eines Konzeptes zur Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling zu nutzen. Im folgenden wird deshalb aus prozessorientierter Sicht die Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling als ein betrieblicher Innovationsprozess verstanden.

8.4.1 Phasenmodelle für Innovationsprozesse

Die Phasenmodelle für Innovationsprozesse können nach der unterschiedlich tiefen Strukturierung der Modelle differenziert werden. Meißner (1989) macht darauf aufmerksam, dass in der Innovationsliteratur cirka einhundert verschiedene Phasenmodelle des Innovationsprozesses bestehen. Im folgenden sollen einige dieser Phasenmodelle kurz vorgestellt werden.

Das undifferenzierteste Modell umfasst lediglich die zwei Phasen Invention (Ideengenerierung) und Innovation (Ideenrealisierung).

Wichtige begriffliche Unterscheidungen für Phasen des Innovationsprozesses gehen außerdem schon auf Schumpeter (1939) zurück, unter anderem die in der Ökonomik gebräuchliche Differenzierung in drei Phasen:

- der Invention, also einer Neuentwicklung oder Entdeckung eines neuen Zusammenhangs,
- der Adaption beziehungsweise Innovation im engeren Sinne, womit aus ökonomischer Sicht die kommerzielle Erstanwendung der Invention gemeint ist, sowie
- der Diffusion, also der allgemeinen Verbreitung der Innovation im Zeitverlauf unter den potenziellen Anwendern.

Nach Gerpott (1999, 49ff) lässt sich der Innovationsprozess im erweiterten Sinn in die drei idealtypische Schritte Ideengenerierung, Ideenkonkretisierung und Ideenkommerzialisierung strukturieren. Thom (1992) hingegen unterteilt den Innovationsprozess in folgende Phasen Ideengenerierung (unterteilt in Suchfeldbestimmung, Ideenfindung und Ideenvorschlag), Ideenakzeptierung (unterteilt in Prüfung der Idee, Erstellung von Realisierungsplänen und Entscheidung für einen zu realisierenden Plan) sowie die Ideenrealisierung (unterteilt in Konkrete Verwirklichung der neuen Idee, Absatz der neuen Idee an Adressaten sowie Akzeptanzkontrolle).

Als weiteres Beispiel für ein stark gegliedertes Phasenschemata sei der vollständige Innovationsprozess (vgl auch Kleinschmidt et al. 1996, 34) dargestellt, der folgende Aufgaben/Aktivitäten umfasst:

1. Ideenauswahl,
2. Voranalyse Markt,
3. Voranalyse Technik,
4. detaillierte Marktanalysen,

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

5. finanzielle Geschäftsanalyse,
6. Produktentwicklung,
7. interne Produkttests,
8. Produkttests mit Kunden,
9. Testmarkt oder Testverkäufe,
10. Versuchs- oder Pilot-Produktion,
11. detaillierte Geschäftsanalyse,
12. Anfahren der Produktion und
13. Markteinführung.

Zur Institutionalisierung von organisatorischen Innovationen sieht das Phasenmodell nach Tolbert/Zucker (1996) die vier Prozessstufen Innovation, Habitualization, Objectification und Sedimentation vor, die im folgenden näher erläutert werden.

1. Innovation

Der Ursprung oder die Initiierung einer organisatorischen Veränderung wird von Tolbert/Zucker als Innovation benannt, wobei diese Phase analog dem Schumpeterschem Verständnis besser mit Invention (Ideengenerierung) bezeichnet werden sollte.

2. Habitualization / Habitualisierung

Die Phase der Habitualisierung umfasst die Herausbildung von Verhaltensmustern zur Lösung von Problemen und die Identifikation derartiger Muster anhand von spezifischen Merkmalen (ähnlich einem Reiz-Reaktions-Verfahren). Eine Handlung wird dann von einem Akteur habitualisiert, wenn sie geeignet ist, wiederkehrende Probleme zu bewältigen. Dieser Vorgang, der als individuelle Adaption bezeichnet wird, ist die Voraussetzung für die „organisationale Akzeptanz“ von Neuerungen.

3. Objectification / Objektivierung

Als Stufe der Objektivierung kann die Entwicklung von allgemeinen, gemeinsamen Bedeutungen der adaptierten Verhaltensweisen angesehen werden, wodurch eine „Verortung“ von Handlungen möglich ist. Hier wird der institutionelle Charakter der Neuerung bereits an ausgeprägten, allerdings noch informellen Strukturen erkennbar.

4. Sedimentation / Sedimentierung

Die Sedimentierung hat stattgefunden, wenn eine Etablierung der Verhaltensweisen hin zu „gegebenen Strukturen (Formalstrukturen) erfolgt ist. Die Herkunft dieser Formalstrukturen ist nicht mehr erkennbar bzw. relevant, und die Abläufe sind durch Routine und Personenunabhängigkeit gekennzeichnet.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Da es sich bei der Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling um eine organisatorische Innovation handelt und die oft vergessene Thematik der organisatorischen Verstetigung im Unternehmen berücksichtigt, erscheint das letztgenannte Phasenmodell als Grundlage zur Beschreibung des entwickelten Konzeptes sehr geeignet. Durch die vier Phasen wird der Prozess einerseits genügend strukturiert; andererseits ist Platz für weitere Detaillierungen zur Ausgestaltung der einzelnen Phasen des Innovationsprozesses gegeben. Um Irritationen mit dem Innovationsbegriff sowie den anderen begriffen zu vermeiden, werden den einzelnen Phasen andere Begriffe zugeordnet.

8.4.2 Promotorenmodell zur Durchsetzung von Innovationen

Für die Durchsetzung von Innovationen wie der Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des betrieblichen Umweltcontrolling müssen die Träger des Innovationsmanagements im Unternehmen die potenziell vorhandenen adäquaten Widerstände im Bereich des Lernens wie Barrieren des Nicht-Wissens, des Nicht-Wollens sowie administrative Widerstände überwinden.

Witte (1973) entwickelte in diesem Zusammenhang das Promotoren-Modell mit der Zwei-Personen-Arbeitsteilung mit Fach- und Machtpromotor, welches Kirchmann (1994) und Hauschildt (1997) noch um den Prozesspromotor erweiterten. Die empirische Forschung bestätigte diese Arbeitsteilung im Innovationsmanagement. Die Arbeitsteilung ist darauf gerichtet, die spezifischen Widerstände gegen die Innovation durch spezifische Machtquellen zu überwinden, wobei die Komplexität des Innovationsproblems sowie die Größe des Unternehmens als Determinanten der Arbeitsteilung angesehen werden können.

Nach Hauschildt (1997) ist der Einsatz der unterschiedlichen Machtquellen am wirksamsten in einer Drei-Personen-Arbeitsteilung, deren Beiträge in folgenden Abbildung dargestellt sind.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

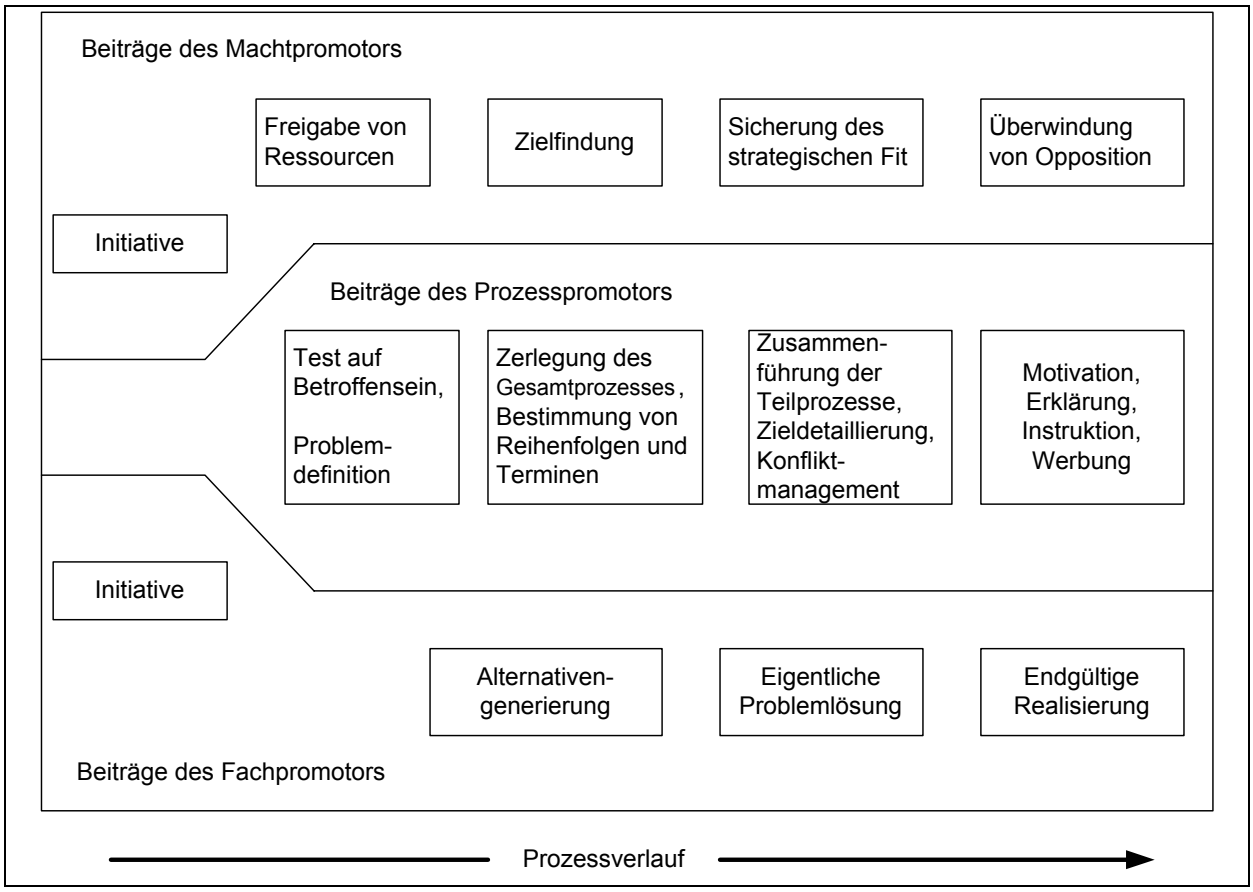


Abbildung 12: Beiträge der Promotoren im Innovationsprozess (Quelle: Hauschildt 1997, S.171)

Der Fachpromotor ist der Träger des spezifischen Fachwissens. Oft ist er der Erfinder, in unserem Fall auf jeden Fall der „grobe“ Kenner der neuen Materie der Umweltcontrollinginstrumente. Er übernimmt einen aktiven und intensiven Beitrag zur Förderung des Innovationsprozesses durch objekt-spezifisches Wissen.

Der Machtpromotor verfügt über die Ressourcen, um den Entscheidungs- und Durchsetzungsprozess der Innovation zu ermöglichen. Er hat Kenntnis über die Strategie des Unternehmens, kann über Budgets entscheiden und besitzt die Macht, z.B. ranghohe Opposition zu blockieren. Er übernimmt einen aktiven und intensiven Beitrag zur Förderung des Innovationsprozesses durch hierarchisches Potenzial.

Der Prozesspromotor stellt die Verbindung zwischen dem Fachpromotor und dem Machtpromotor her. Er verfügt über hohe Organisationskenntnis, weiß wer von der Innovation betroffen sein könnte, entwickelt den Aktionsplan und besitzt diplomatisches Geschick, um die unterschiedlichen Menschen individuell anzusprechen und für den Innovationsprozess zu gewinnen. Er übernimmt die aktive und intensive Vermittlung zwischen den am Innovationsprozess beteiligten Unternehmensangehörigen.

Durch die Zunahme an Kooperationen im Innovationsmanagement erweitern sich die Funktionen des Prozesspromotors noch um die der Kooperations-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

pflege mit den externen Kooperationspartnern. Er wird also zunehmend zum Prozess- und Beziehungspromotor.

Durch die Adaption dieses Promotorenmodell in das Phasenmodell wird es möglich, die konkrete Beiträge der einzelnen Promotoren den entsprechenden Phasen des zu beschreibenden „idealtypischen“ Innovationsprozesses zuzuordnen.

Bei Projekten zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des betrieblichen Umweltcontrolling wird es für Unternehmen außerdem oft erforderlich sein, auf externes Know-how zurückzugreifen. Z.B. gehört das spezifische Know-how im Bereich Umweltcontrollinginstrumente in der Regel nicht zu den Kernkompetenzen eines Unternehmens.

Hierzu ist es notwendig, in Anlehnung an die anderen Promotoren die Rolle des externen Beraters zu definieren, da von ihnen wesentlich der Prozessverlauf mitbestimmt wird. In erster Linie sollte der externe Berater die Rolle des Fachpromotors bei den Themen Instrumententransfer, Organisationsentwicklung und DV-Unterstützung einnehmen. Durch die Art und Weise des Inputgebens von Know-how beeinflusst der Berater zudem wesentlich den Prozess, sollte die Funktion des Prozesspromotors in der Regel aber nicht übernehmen. Diese wichtige Rolle sollte aus Gründen der Akzeptanz, die besonders in der Institutionalisierungsphase zur Weiterentwicklung der Unternehmensorganisation entscheidend ist, bewusst von einem Vertreter des Unternehmens wahrgenommen werden.

Auf dieser Basis kann ein allgemeiner Konzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling abgeleitet werden,

- das die im Projekt entwickelten Konzepte zur Verknüpfung der einzelnen Instrumente sowie zur IT-Unterstützung integriert,
- die unterschiedliche relevanten Einflussgrößen im Implementierungs- und Institutionalisierungsprozess berücksichtigt und
- die notwendigen Lern- und Organisationsentwicklungsprozesse mit Methoden des organisationalen Lernens verknüpft.

Das entwickelte integrierte Konzept wird in Kapitel 11 näher beschrieben.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

9 Informatorische Unterstützung der Umweltcontrolling-instrumente

Ein Untersuchungsschwerpunkt des Projektes lag in der Fragestellung, wie durch den Einsatz von Betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS) bestehende Hemmnisse im Einsatz dieser Instrumente überwunden werden können. Dabei wurde die These zugrunde gelegt, dass durch den Einsatz von BUIS die für die Anwendung der Umweltcontrollinginstrumente benötigten Daten und Informationen effizienter und zeitnaher erfasst, ausgewertet und in Form definierter Berichte ausgegeben werden können.

Im Folgenden wird zunächst der Begriff Betriebliches Umweltinformationssystem definiert und abgegrenzt sowie eine Kategorisierung von BUIS vorgestellt. Danach werden die Ergebnisse einer im Rahmen des Forschungsprojekts durchgeführten Umfrage zu Einsatz und Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrolling sowie zum Einsatz von BUIS in produzierenden Unternehmen vorgestellt. Schließlich wird das im Forschungsprojekt INTUS entwickelte Konzept zur Anwendung Betrieblicher Informationssysteme im Umweltcontrolling beschrieben. Dort werden Erfahrungen beim Einsatz von BUIS für das Stoffstrommanagement vorgestellt. Während am Anfang des Projekts die Betrachtung solcher stoffstromorientierter BUIS im Vordergrund stand, so verschob sich der Projektschwerpunkt im weiteren Verlauf zunehmend auf die Verwendung von ERP-Systemen im Umweltcontrolling, insbesondere durch die in den Unternehmensprojekten gemachten Erfahrungen. Dies führte zur Erarbeitung von ERP-integrierten Lösungen für die dauerhafte Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling, zu Arbeiten zur Kopplung von BUIS und ERP-Systemen und zur Entwicklung eines Konzepts für ein Umweltcontrolling-Intranet, die im Folgenden beschrieben werden. Schließlich wird die werden die verschiedenen Konzepte und Lösungen Softwareunterstützung der Instrumentenanwendung einem Aufwand-Nutzen-Vergleich unterzogen.

9.1 Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS): Definition und Kategorisierung

Im Rahmen des Forschungsprojektes INTUS steht die Unterstützung und Anwendung von BUIS zur Unterstützung und Operationalisierung von Instrumenten des Umweltcontrollings im Mittelpunkt. Unter BUIS werden dabei Softwaresysteme verstanden, die für die Erfassung, Dokumentation, Planung und Steuerung von Umweltwirkungen aus betrieblichen Tätigkeiten genutzt werden und somit das betriebliche Umweltmanagement in seinen Aufgaben unterstützt. Die Softwaresysteme können von unterschiedlicher Komplexität sein, dazu zählen sowohl spezifische Systeme, beispielsweise aus den Bereichen Stoffstrommanagement oder Ökobilanzierung (siehe folgender Abschnitt), als auch unspezifische Anwendungen wie z.B. Tabellenkalkulationen.

Diese Fokussierung des Verständnis von BUIS auf die informationstechnische Komponente erfolgt mit dem Ziel, Anforderungen an die Möglichkeiten einer technischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings analysieren zu können. Im Forschungsprojekt INTUS wurden Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme zur Unterstützung von

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Instrumenten des Umweltcontrolling ermittelt und in einem Bericht veröffentlicht (vgl. Jürgens et al. 2002).

In Marktuntersuchungen des Fraunhofer IAO wurden die in Deutschland angebotenen Softwarelösungen zur Unterstützung des betrieblichen Umweltmanagements analysiert und die unten aufgelisteten Kategorien gebildet (vgl. z.B. Bullinger, Jürgens 1999). Eine Zuordnung von Software zu den folgenden Kategorien ist nicht immer eindeutig, da die angebotenen Softwareprodukte oftmals mehrere Bereiche abdecken. Dennoch sind die hier gewählten Kategorien hilfreich, um das Marktangebot zu beschreiben.

1. **Umwelt- und Umweltrechtsdatenbanken:**
   Dazu zählen Softwaresysteme, die meist in Form einer Datenbank Umweltgesetze oder auch Umweltzustandsdaten als Nachschlagewerk oder Rechengrundlage zur Verfügung stellen. Neben den Recherchemöglichkeiten bieten einige Systeme auch die Option, selbst Daten und Informationen abzuspeichern.

2. **BUIS zur organisatorischen Unterstützung des Umweltmanagements:**
   Dazu zählen Softwaresysteme zur administrativen Unterstützung des Umweltmanagements. Zu den administrativen Aufgaben des Umweltmanagements zählen beispielsweise die Dokumentation des Umweltmanagementsystems, sowie Nachweis- und Dokumentationspflichten im Rahmen des Abfallsrechts. Unterstützt werden durch die Systeme jedoch auch Aufgaben der Kommunikation, der Dokumentenverwaltung und der Anlagenbuchhaltung.

3. **BUIS für das Stoffstrommanagement:**
   Zu dem Bereich Stoffstrommanagement[19] werden Softwaresysteme gezählt, die eine Erfassung und Auswertung von Stoffflüssen bezogen auf Bilanzräume, z.B. einen Prozess oder eine Organisationseinheit oder auch in Form einer verursachergerechten Zuordnung zu einem Produkt ermöglichen. Der Begriff Stoff umfasst hier Stoffe und Güter (also Material) ebenso wie Energie und Emissionen (vgl. Kessler 2000). Während unter dem Begriff der Stoffstromanalyse insbesondere die Offenlegung von umweltbezogenen Innovationspotentialen verstanden wird, so bezieht sich das Stoffstrommanagement auf die Realisierung der Potenziale (Troge 1998 in Kessler 2000).

4. **BUIS zur Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment):**
   Hierzu zählen Softwaresysteme, die eine Durchführung von Ökobi-

[19] Der im Folgende verwendete Begriff Stoffstrommanagement bezieht sich in Abgrenzung zum überbetrieblichen Stoffstrommanagement auf die Analyse und den Einflussbereich eines Unternehmens. Stoffstrommanagement ist demnach „ein funktionales Teilsystem des Managements [...], das auf die Modellierung, Analyse, Bewertung und Steuerung von Stoffströmen mit dem Ziel einer Dokumentation und Verbesserung der zugrundeliegenden Produktionsprozesse ausgerichtet ist.“ (nach Rautenstrauch 1999).

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

lanzen gemäss DIN EN ISO 14040 bzw. vergleichbaren Verfahren unterstützen. Dies beinhaltet im Wesentlichen die Unterstützung und Bilanzierung von Sachbilanzdaten, die von den Anbietern in unterschiedlicher Spezialisierung angeboten werden.

9.2 Umfrage zum Einsatz von Betrieblichen Umweltinformationssystemen

Intention einer im Frühjahr 2001 durchgeführten Umfrage war die Ermittlung des Einsatzes und der Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrolling und des Einsatzes von BUIS in produzierenden Unternehmen. Dabei wurden im ersten Abschnitt des Fragebogens der Umfang die Anwendung sowie die Bewertung der Effektivität einzelner Umweltcontrollinginstrumente erhoben. Der zweite Frageblock umfasst die informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrollings. Es wurde ermittelt, ob betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) Verwendung finden.

Weiterhin diente diese Untersuchung der Ableitung des generellen bzw. weiterführenden Bedarfs an informationstechnologischer Unterstützung der Unternehmensbereiche.

Der Fragebogen wurde an 1.300 EMAS registrierte Unternehmen in Deutschland versandt, wobei . 154 Unternehmen haben den Fragebogen beantwortet, was einer Rücklaufquote von 11% enstpricht. Rückläufer kamen vor allem aus der chemischen Industrie, dem Papier- und Printbereich sowie die Elektrotechnik (fast 50 Prozent). Rund 40 Prozent der Rückläufer kamen je von mittleren und großen Unternehmen. Kleine Unternehmen haben einen knapp 20prozentigen Anteil an den eingegangenen Fragebogen.

Rund 90 der 154 Unternehmen, d.h. fast 60 % setzen Software zur Unterstützung des betrieblichen Umweltschutz ein. Dies zeigt einen hohen Bedarf an informationstechnischer Unterstützung an. Vor allem im Bereich der administrativen Tätigkeiten ist die Datenlage derart komplex und unübersichtlich, dass Software und sei es nur eine Office-Anwendung, eingesetzt wird. Dazu gehören beispielweise die Bereiche Abfallwirtschaft, Gefahrstoffmanagement oder auch die Dokumentenverwaltung.

Wenig überraschend erscheint auch der hohe Einsatz von Umweltdatenbanken. Mächtige lose Blattsammlungen werden durch verlinkte und mit Suchfunktionen versehene Programme ersetzt. Außerdem ist kein manueller Austausch der Inhalte mehr notwendig. Dies kann meist automatisiert über das Internet geschehen.

Der mit 75 Nennungen zweitstärkste Bereich des BUIS-Einsatzes, das Umweltcontrolling, wird im folgenden Abschnitt näher beleuchtet.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

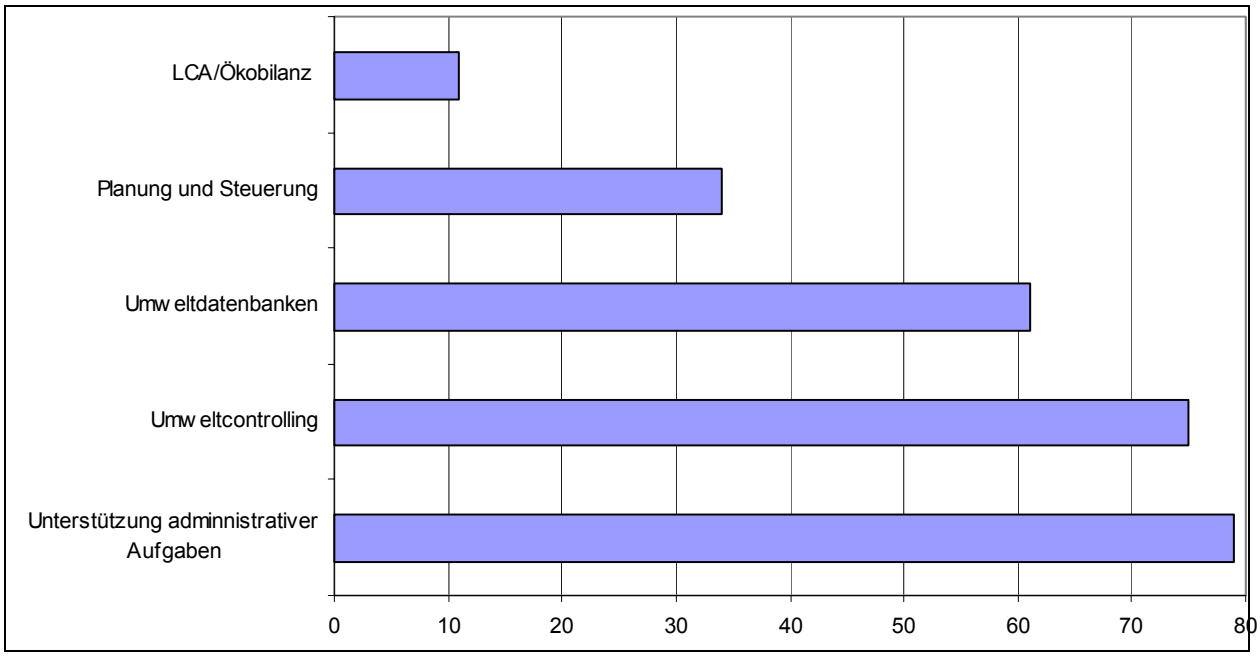


Abbildung 13 Einsatz von Betrieblichen Umweltinformationssystemen (Mehrfachnennungen, absolut, n=89)

Mit der Frage „Wer arbeitet wie intensiv in Ihrem Unternehmen überwiegend mit betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS)?“ wurde versucht, ein Bild über Nutzer und Nutzung von BUIS zu erhalten. Es wurde zusätzlich nach der Nutzungsintensität gefragt. Mehrfachnennungen waren möglich.

Abbildung 14 zeigt, dass die zwei mit Abstand häufigsten Nutzer von BUIS der Umweltbeauftragte und der Umweltmanagementbeauftragte sind. Beide wurden von jeweils fast 70 Unternehmen als Nutzer von Betrieblichen Umweltinformationssystemen angegeben. An dritter Stelle folgen das Umweltteam bzw. der Umweltarbeitskreis mit 31 Nennungen.

Die Unternehmensbereiche, welche keine Schwerpunkt-Ausrichtung auf den betrieblichen Umweltschutz haben, nutzen BUIS weniger. Dies lässt darauf schließen, dass BUIS-Funktionalitäten für diese Bereiche noch nicht zur Verfügung stehen oder aber einfach noch nicht genutzt werden, da kein Mehrwert erkannt wird. Dies ist negativ zu bewerten, denn durch in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Einkauf, Controlling und auch der Geschäftsführung fallenden Entscheidungen können sich erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt ergeben.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

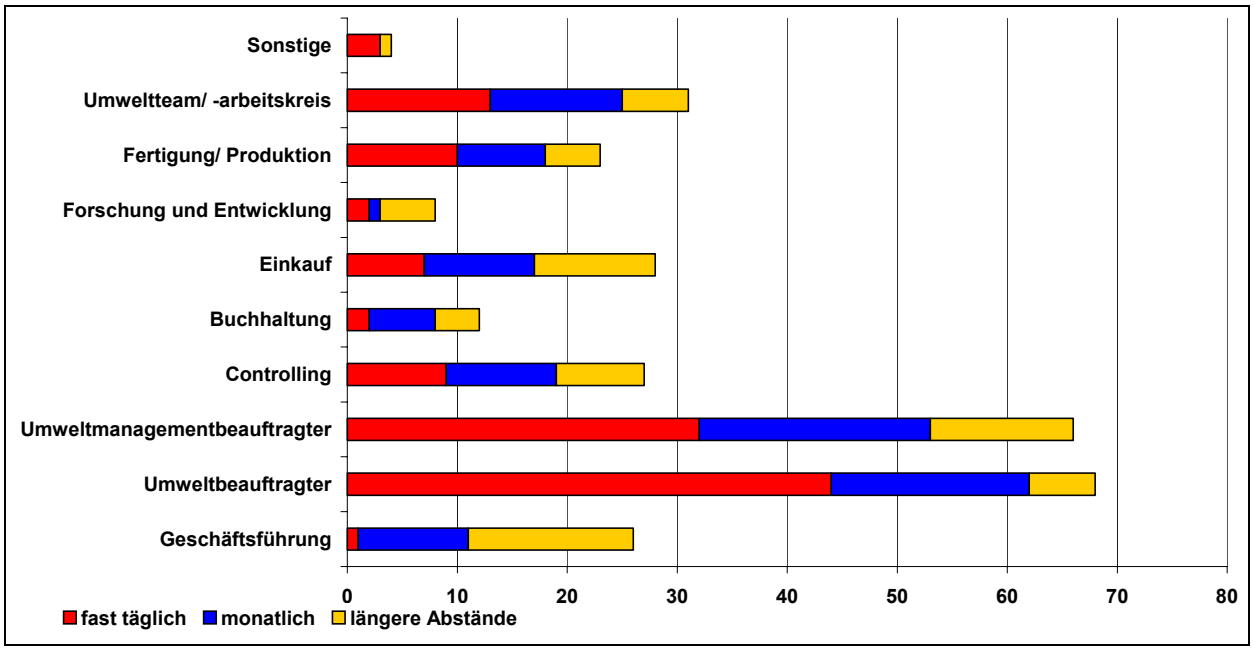


Abbildung 14 BUIS werden eingesetzt/genutzt von den angegebenen Gruppen (absolute Mehrfachnennungen, n=89)

Im Rahmen der Umfrage wurden die Unternehmen befragt, welche Vorteile Sie durch die informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrollings unter Einsatz von BUIS sehen (siehe Abbildung 15).

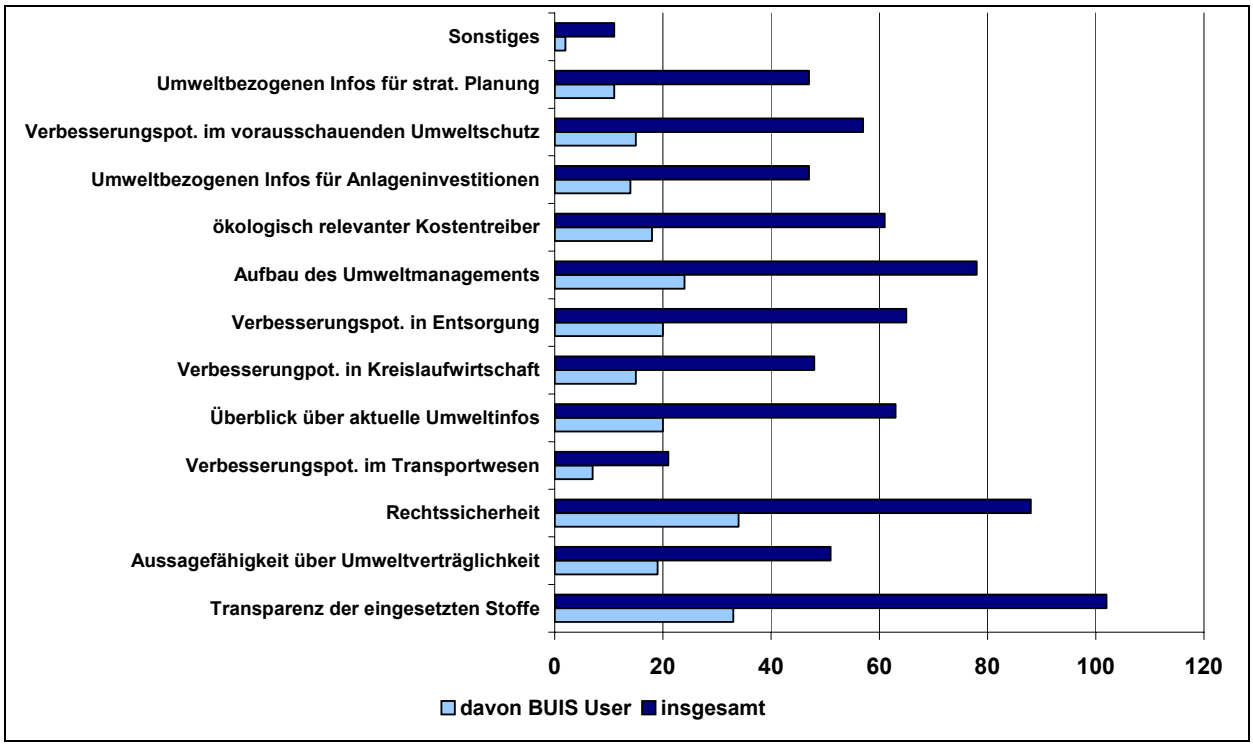


Abbildung 15 Vorteile die sich durch den Einsatz von BUIS im Unternehmen ergeben (absolut, n=154 bzw. 89)

In Relation zu einer im Jahr 1998 durchgeführten vergleichbaren Studie des Fraunhofer IAO (vgl. Rey et al. 1998) hat der Einsatz von informationstechnischer Unterstützung im betrieblichen Umweltschutz weiter zugenommen.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Gleichzeitig ist der Einsatz von Standard-Systemen zurückgegangen und der Einsatz von Office-Anwendungen nahm zu.

Diese Entwicklung ist multikausal. Standard-BUIS lassen sich nicht, zumindest nicht einfach, in die betriebliche IT-Landschaft integrieren. Dies führt zu einer teilweise redundanten Datenerfassung und –pflege. Dieses hat zur Folge, dass Insellösungen entstehen und sich der betriebliche Umweltschutz, wie in vorhergehenden Abschnitten gezeigt, oft nicht als Querschnittsfunktion etablieren kann. Der Einsatz von Office-Anwendungen führt zwar zur gleichen Problematik, ist jedoch aufgrund des Vorhandenseins dieser Software im Unternehmen preislich weitaus günstiger.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

9.3 Konzept zur Anwendung Betrieblicher Informationssysteme im Umweltcontrolling

Neben der Instrumentenauswahl (siehe Kapitel 7) spielt die Integration der Instrumente des Umweltcontrolling – sowohl in die Organisation, als auch in die betriebliche IT – eine wesentliche Rolle, um ihre Verwendung in betrieblichen Abläufen sicherzustellen. Für die EDV-technische Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente kommen theoretisch folgende Lösungsansätze in Betracht:

- die Verwendung stoffstromorientierter BUIS (ohne/mit Schnittstelle zum ERP-System),
- integrierte Lösungen in ERP-Systemen,
- Intranet-basierte Lösungen,
- die Verwendung von ggf. angepasster Tabellenkalkulations- oder Datenbanksoftware.

Zum einen können Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) für das Stoffstrommanagement zum Einsatz kommen, deren Funktionsschwerpunkt auf der Modellierung und Berechnung von Stoffströmen liegt, so genannte stoffstromorientierte BUIS. Sie unterstützen als Softwaresystem für Experten den betrieblichen Umweltschutz bei der Erfassung, Verarbeitung und Ausgabe von Umweltinformationen.

ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning Systeme) kommen in Unternehmen traditionell zum Einsatz mit der Aufgabe, die Abläufe eines Unternehmens ganz oder teilweise abzubilden und damit die unternehmerische Tätigkeiten, die Warenbewegungen und Warenumformungen in den Produktionsprozessen, zu unterstützen. Sie sind auf die Erzeugnisstruktur ausgerichtet und unterstützen das Management von Produktion, Logistik und Vertrieb sowie Finanzen, Personal u. a. ERP-Systeme können dahingehend erweitert und angepasst werden, dass die Anwendung von Umweltcontrollinginstrumenten in das System Integriert wird.

Neben der Konzentration auf eines dieser Informationssysteme als informationstechnische Lösung einer Instrumentenanwendung ist auch eine Kopplung der beiden Informationssysteme, BUIS und ERP-System, möglich.

Weiter können, je nach Ausgangslage im Unternehmen, auch Intranet-Lösungen das Umweltcontrolling bei der Informationsbeschaffung, -aufbereitung und -bereitstellung unterstützen und so den effizienten Einsatz des jeweiligen Instruments dauerhaft ermöglichen.

Die Anwendung von Tabellenkalkulationssoftware stellt eine wichtige informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrolling dar (siehe oben) und wurde auch im Zusammenhang mit der Anwendung von Umweltcontrollinginstrumenten untersucht.

Diese verschiedenen Einsatzmöglichkeiten werden im Folgenden diskutiert.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

9.3.1 Erfahrungen beim Einsatz von BUIS für das Stoffstrommanagement im Forschungsprojekt INTUS

Um stoffstromorientierte BUIS auf ihre Leistungsfähigkeit und ihre Eignung für die Unterstützung der Aufgaben des Umweltmanagements zu untersuchen, wurden in allen vier Umsetzungsprojekten des Forschungsprojektes Analysen mit diesen BUIS durchgeführt (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Übersicht der mit stoffstromorientierten BUIS durchgeführten Analysen in den Betriebsvorhaben des Forschungsprojekts INTUS

	Analyse	**Anwendungsfeld**
Schott Glas	Stoffstrom- und Flusskostenanalyse	im Bereich Scherbenwirtschaft
Continental TEVES	Stoffstrom- und Flusskostenanalyse	Bremsschlauch-Produktion
Ensinger	Stoffstromanalyse	Mineralwasserproduktion und –logistik für einen Referenzmonat
Göhring	Stoffstromanalyse	Produktion anhand der Produkte Anrichte und Kinderbett

Die Vorgehensweisen in den Betriebsvorhaben richteten sich nach den speziellen betrieblichen Gegebenheiten. Unabhängig von den unterschiedlichen Ausgangsstellungen und Randbedingungen – beispielsweise Fertigungsstrukturen oder Erreichungsgrad des betrieblichen Umweltschutzes – konnten daraus folgende übergreifende Erkenntnisse gewonnen werden:

1. Stoffstromorientierte BUIS eignen sich gut für einmalige Analysen und auch regelmäßige Auswertungen von Stoff- und Energieströmen, v. a. wenn die benötigten Auswertungen sehr detailliert – bspw. auf Ebene eines Prozess – sein sollen. Sie eignen sich gut für Szenarienbildung und „what if“-Analysen und dienen einer methodischen, systematischen Vorgehensweise zur Durchführung einer Stoffstromanalyse und unterstützen die Berechnung von Kosten. Bestimmte Funktionalitäten wie die Definition von Kostenarten und -treibern oder Allokationen unterstützen die Methodik der Flusskostenrechnung.

2. Die automatische Berechnung der Mengenbilanz des Stoffstromnetzes durch stoffstromorientierte BUIS bietet eine Konsistenzprüfung auf der Ebene der Prozessinput- und -outputströme, womit die die Richtigkeit und Konsistenz der verwendeten Daten überprüft wird. Die Ansicht der Stoffstromanalysen in einem Sankey-Diagramm eignete sich sehr gut als visualisierte Darstellung der Analyseergebnisse und als Kommunikationsplattform. Dies führte bei den beteiligten Unternehmenspraktikern zu einem neuen Verständnis über die betrieblichen Stoffströme und deren Zusammenhänge.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

3. Rückläufe von Materialien (Reloops) konnten mit Hilfe von stoffstromorientierte BUIS in Stoffrekursionen berechnet und ausgewertet werden. Dies ist mit Tabellenkalkulationssoftware nur mit erheblichem Aufwand möglich.

4. Die Datenerfassung für die Analysen stellte einen erheblichen Aufwand dar. In der Regel mussten Daten aus unterschiedlichen IT-Systemen erfasst werden sowie diese dann auf Konsistenz geprüft werden. Der Aufwand der Datenerfassung kann theoretisch durch eine ERP-BUIS-Kopplung verringert werden. Dies ist jedoch (wie weiter unten aufgeführt wird) bislang praktisch mit einem hohen Implementierungsaufwand verbunden und lohnt sich oft erst bei regelmäßiger Anwendung des BUIS. Praxiserfahrungen zeigen, dass die zu erwartenden Potenziale nur unter speziellen Voraussetzungen (abhängig von Branche, Produktionsstruktur, Unternehmensgröße etc.) in Relation zum benötigten Aufwand stehen.

5. Bei einer linearen Produktion konnten für einmalige Analysen Kennzahlen einfacher mit einer handelsüblichen Tabellenkalkulationssoftware erstellt werden. Für die Modellierung verschiedener Szenarien ist die Anwendung eines stoffstromorientierten BUIS in der Regel auch für lineare Produktionsabläufe sinnvoll (vgl. Punkt 1)

Die Nutzung stoffstromorientierter BUIS erfordert umfassendes Fach- und Praxiswissen über die Funktionsweise und Möglichkeiten der Software, die vergleichsweise aufwändig zu erlernen ist. Damit stellen die entsprechenden Softwareprodukte Expertentools dar, die nur bei regelmäßiger Verwendung durch einen Fachmann effizient eingesetzt werden können. Sie kommen damit für interne Stabstellen oder externe Berater in betracht.[20]

9.3.2 ERP-integrierte Lösungen für die dauerhafte Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling

Unternehmen setzen bereits seit Jahrzehnten zunehmend leistungsfähigere EDV-Systeme für die kaufmännische Verwaltung und die Produktionswirtschaft ein. Diese Betrieblichen Informationssysteme (BIS) haben zur Aufgabe, die verschiedenen materiellen und organisatorischen Abläufe eines Unternehmens ganz oder teilweise abzubilden. Sie ermöglichen so das reibungslose Funktionieren und Zusammenspiel von Einkauf, Fertigung, Vertrieb und Verwaltung.

Ein wichtiger Vertreter der betrieblichen Informationssysteme ist das Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-System). Unter einem ERP-System versteht man eine vollständig integrierte Software-Lösung für Fertigung, Logistik, Finanzen, Personal, Vertrieb u. a. Es bietet Funktionalitäten für verschiedene Bereiche eines Unternehmens und besteht aus einer Reihe modularer Komponenten. Sie erfüllen im Kern die klassischen Aufgaben der

[20] Siehe auch Jürgens et al. 2001

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsabläufen zur Optimierung von Geschäftsprozessen unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten. Das ERP-System wird mit unterschiedlicher Aufgabenstellung von Management und Controlling, aber auch von den operativen Einheiten zur Datenverarbeitung und -auswertung genutzt.

ERP-Systeme weisen gewöhnlich einen hohen Grad an Integration auf. Ihre Funktionalitäten sind auf eine Optimierung der komplexen Produktionsabläufe eines Unternehmens unter Beachtung aller Geschäftsprozesse ausgerichtet. Sie enthalten bereits viele umweltrelevante Soll- und Ist-Daten. Dies zeigte eine im Forschungsprojekt INTUS durchgeführte Analyse (vgl. Lang, Rey (2002)). Dabei handelt es sich beispielsweise um Stücklisten, Artikelstamm, Bestellungen (Soll) und Lieferschein (Ist), Arbeitsplan (Soll) oder Fertigungsauftrag (Ist). Beim Einsatz spezieller Module werden auch eine Abfallbilanz oder das Gefahrstoffkataster verwaltet. Zusätzlich bietet ein ERP-System über Rollen- und Berichtskonzepte die Möglichkeit, anwenderspezifische Reports zu generieren und den Zugriff auf Daten zu verwalten.

ERP-Systeme weisen jedoch hinsichtlich der Unterstützung stoffstrombezogener Analysen durch das Umweltcontrolling noch Defizite in Bezug auf Datenstrukturen und Funktionalitäten auf (vgl. Lang, Rey (2002). So sind beispielsweise benötigte Daten nicht abgebildet wie der Reststoffanfall in den Brutto-Stücklisten, Entsorgungskosten in den Kostenarten oder Informationen zu Emissionen und Energieverbrauch. Ein ERP-System kann jedoch über die Implementierung von BUIS-Funktionalitäten genutzt werden, um Umweltcontrollinginstrumente anzuwenden.

Das ERP-System kann das Umweltcontrolling in zweierlei Hinsicht unterstützen: Zum einen ist es Datenlieferant für umweltrelevante Informationen, wie oben bereits aufgeführt wurde. Zum anderen kann das bestehende ERP-System um zusätzliche, an den Anforderungen des Umweltcontrolling orientierte BUIS-Funktionalitäten erweitert werden, um so – vergleichbar mit einem Produktionsplanungsprogramm – die Geschäftsprozesse des Umweltcontrolling während der Analyse und umweltgerechten Maßnahmenplanung in der Produktion zu unterstützen.

In diesem Zusammenhang wurden im Forschungsprojekt INTUS folgende Ansätze entwickelt und erprobt mit dem Ziel, durch den integrierten Einsatz von ERP-Systemen Entscheidungen im Unternehmen zu unterstützen:

- **Erweiterung der Datenbasis**
  Die Datenbasis im ERP-System (bspw. die Materialstammdaten), wird um weitere neue Informationen ergänzt oder erweitert. So können die Materialstammdaten im ERP-System um einen numerischen „Ökoschlüssel“ erweitert werden, um die im ERP-System erfassten Materialeingänge (Input) auch nach Umweltgesichtpunkten auszuwerten und in einer betrieblichen Input- und Outputbilanz in einem Ökokontenrahmen entsprechend darzustellen.

- **Erweiterung der Funktionalitäten**
  Funktionalitäten im ERP-System werden genutzt und ergänzt. So können im ERP-System Funktionalitäten erzeugt werden, um umweltrele-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

vante Daten über Mengenverbräuche, Kosten etc. auszulesen und zusammenzustellen, und beispielsweise als Umweltkennzahlen kostenstellenbezogen darzustellen.

Diese beiden Ansätze wurden bei den vier Umsetzungspartnern des Forschungsprojekts INTUS umgesetzt, denn diese Lösung wurde jeweils als beste Möglichkeit angesehen um die gewünschten Informationen effizient kontinuierlich bereit zu stellen.

Tabelle 9 gibt einen Überblick über die in den ERP-Systemen integrierten Instrumente.

Tabelle 9: Übersicht ERP-integrierter Lösungen in den Betriebsvorhaben des Forschungsprojekts INTUS

	ERP-System	**Integriertes Instrument**	**Umsetzung**
Schott Glas	SAP R/3	Umweltkennzahlen	Kostenstellenbezogene monatliche Kennzahlen für die externe Kommunikation und zur internen Überwachung und Steuerung
Continental Temic	SAP R/3	Umweltbetriebsbilanz	Inputseitigen Umweltbilanz in einem Ökokontenrahmen mit Berücksichtigung umweltrelevanter Aspekte
Ensinger	Eigenentwicklung	Umweltkennzahlen	Erfassung der Wasserverbräuche in einem neuen Mineralwasser-Modul sowie Excel-Tool zur Entscheidungsunterstützung in Produktion u. Logistik
Göhring	Navision Financials	Umweltbetriebsbilanz	Inputseitige Betriebsbilanz in einem Ökokontenrahmen

Fazit

Bei allen vier Pilotunternehmen des Forschungsprojekts INTUS haben sich für die dauerhafte Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente ERP- integrierte Lösungen als sinnvoll erwiesen. Zur Nutzung für die Instrumente Umweltkennzahl und Umweltbetriebsbilanz müssen ERP-Systeme hinsichtlich Informationsgehalt als auch Informationsbereitstellung angepasst oder vorhandene Funktionalitäten erweitert werden.

Folgende grundsätzliche Vorteile ergeben sich aus einer ERP-integrierten Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente:

- Es werden Funktionalitäten von ERP-Systemen genutzt, die heutzutage in den meisten Systemen verfügbar sind. Die informationstechnische Implementierung eines Umweltkennzahlensystems oder einer betrieblichen Umweltbilanz sind also grundsätzlich mit den meisten ERP-Systemen umsetzbar, ohne umfangreiche Programmierarbeiten durchzuführen. Für die Implementierung eines Umweltkennzahlensystems mit dazugehörigen Auswertungsmöglichkeiten eignen sich besonders vor-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

handene Kennzahlenfunktionalitäten oder Module aus dem Bereich Business Intelligence oder Business Warehouse. Allerdings sind die hier angesprochenen Funktionalitäten nicht explizit auf diese Nutzung ausgelegt und müssen daher konfiguriert bzw. angepasst werden.

- Ein wesentlicher Vorteil dieses Vorgehens ist die Definition oder Verwendung bestehender Rollenkonzepte, die den Zugriff und die nutzerspezifische Ansicht der Informationen erlaubt und damit die Akzeptanz des Systems bei Anwendern erhöht.

- Die gewonnene Vertrautheit im Umgang und der Anwendung mit dem ERP-System kann zu einer größere Akzeptanz und Nutzbarkeit der Umweltcontrolling-Funktionalitäten durch die Mitarbeiter im Unternehmen führen.

- Die Auswertungen stehen bei Bedarf für unterschiedlichste Geschäftsprozesse und Unternehmensbereiche in einem System zur Verfügung und erleichtern damit wesentlich den direkten Informationszugang. Die Client-Server-Architektur des ERP-Systems erlaubt die zentrale Datenverwaltung – angesiedelt bspw. im Umweltcontrolling – und eine dezentrale, anwenderspezifische Sicht auf die Informationen.

- Mit der ERP-integrierten Anwendung kann eine redundante Datenhaltung, bspw. für die Kostenstellenstruktur oder die Materialbuchungen, vermieden werden. Von Vorteil ist in diesem Zusammenhang, wenn das ERP-System im Unternehmen bereits für Teilaufgaben des operativen Umweltmanagement eingesetzt wird. Damit können bereits Umweltinformationen bspw. über Abfälle oder Gefahrstoffe im System gepflegt sein.

- Abhängig von der Auswahl des Instruments und der Datenqualität im ERP-System kann mitunter auf spezifische Schnittstellen zu anderen Softwaresystemen verzichtet werden.

- Routinetätigkeiten für das ERP-System wie Wartung und Pflege können für die neuen Funktionalitäten mit übernommen werden.

Der einmalige Aufwand für eine Anpassung des ERP-Systems ist vertretbar und bewirkt zukünftig eine aufwandsarme, kontinuierliche Anwendung der Instrumente. Nicht zu unterschätzen ist der benötigte Aufwand für die Strukturierung umweltrelevanter Daten aus den verschiedenen Softwaresystemen in ein einheitliches fachliches und technisches Format sowie die Anpassung von DV-Vorsystemen, um den Datentransfer in das ERP-System zu ermöglichen. Der Aufwand hierfür ist oftmals vergleichbar mit den für die Funktionalitätserweiterung im ERP-System benötigten Personalressourcen.

Eine ERP-integrierte Umweltbetriebsbilanz oder ein Umweltkennzahlensystem können den Aufwand zur Erstellung interner und externer Berichte reduzieren. Um Umweltcontrolling-Funktionalitäten erweiterte ERP-Systeme sollen vor allem dann eingesetzt werden, wenn regelmäßig Auswertungen mit Umweltcontrollinginstrumenten durchgeführt werden müssen und wenn der Detaillierungsgrad der benötigten Informationen sich auf das Unterneh-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

men, einzelne Werke oder einzelne Kostenstellen bezieht. Die heutzutage verfügbaren Funktionalitäten von ERP-System reichen in der Regel aus, um ein Umweltkennzahlensystem oder eine betriebliche Umweltbilanz informationstechnisch mit relativ geringem Aufwand zu implementieren.

9.3.3 Kopplung von ERP-Systemen und BUIS

Anwendungsfälle zeigen[21], dass eine kontinuierliche Bereitstellung aktueller Informationen über die Entwicklung der Einsatzmengen, Verbräuche, Materialverluste etc. mit Hilfe der stoffstromorientierten BUIS erfordert, dass Daten aus anderen betrieblichen Informationssystemen in das BUIS eingelesen werden (vgl. auch Schmidt 2000). Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-Systeme) sind hier von großer Bedeutung, da sie sowohl Bewegungsdaten, bspw. über Mengenverbräuche, und Kosteninformationen, wie auch Strukturdaten wie die Kostenstellenstruktur im Unternehmen beinhalten.

Zum gegenwärtigen Entwicklungsstand bestehen folgende Möglichkeiten, BUIS und ERP-Systeme zu verbinden:

1. Die Nutzung vorhandener Schnittstellenfunktionalitäten
2. Die Implementierung spezifischer Schnittstellen
3. Der Einsatz von standardisierten BUIS-ERP-Schnittstellen
4. Datenaustausch mit Hilfe von Web Services

Zu den Punkten 1., 2. und 4. wurden im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS prototypische Softwareentwicklungen durchgeführt, die in einem Ergebnisbericht beschrieben sind[22].

Im Rahmen des Forschungsprojekts CARE wurde eine Publicly Available Specification für eine ERP-BUIS-Schnittstelle entworfen und damit ein Vorstandard für eine solche Schnittstelle geschaffen.

Mit der Kopplung stoffstromorientierter BUIS mit ERP-Systemen kann eine detaillierte Sicht auf Prozessebene mit einer kontinuierlichen Bilanzierung von Stoff- und Energieströmen verbunden werden. Die wenigen bekannten Fälle einer Kopplung wurden zum Teil im Rahmen von Forschungsvorhaben für spezifische konkrete Fragestellungen in Unternehmen entwickelt. Sie

[21] Vgl. Marx Gómez et al. 2003 (Brauerei Hasseröder), Skrzypek u. Wohlgemuth 2000 (Großdruckerie Mohn Media), Lied 1999 (Fotopapierhersteller Felix Schoeller), Gabriel et al. 2003 (Chemieunternehmen Alcan)

[22] siehe Heubach, Daniel; Lang, Claus; Loew, Thomas (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/downloads oder www.ioew.de

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

zeigten, dass prinzipiell die Möglichkeit besteht, einen weitgehend automatisierten Datentransfer von den ERP-Systemen zu den BUIS einzurichten. Die Pilotunternehmen im Forschungsprojekt INTUS haben zwar die Analyseergebnisse auf Basis der BUIS geschätzt, allerdings bestand kein Interesse für eine dauerhafte Bereitstellung über eine Verknüpfung mit ERP oder mit anderer Software wie einer Betriebsdatenerfassung (BDE). Hierfür waren folgende Gründe ausschlaggebend:

- Die Anwendung der stoffstromorientierten BUIS erfordert erhebliches Wissen über das jeweilige Programm. In den Unternehmen hätte ein Mitarbeiter entsprechend qualifiziert werden müssen.

- Die von den BUIS bereitgestellte Daten sind zwar für einmalige Analysen hilfreich, werden aber als dauerhafte Steuerungsinformation nicht benötigt. Hier reichen relevante Kennzahlen in der Regel aus.

- Der Aufwand für eine Erstellung einer BUIS-ERP Kopplung ist derzeit noch deutlich höher als die Implementierung eines Kennzahlensystems oder umweltorientierter Verbrauchsmengenabfragen im ERP-System.

Damit kommt nach heutigem Entwicklungsstand und den Erfahrungen im Forschungsprojekt INTUS eine feste Kopplung von stoffstromorientierten BUIS zur Bereitstellung von Informationen, insbesondere von Kennzahlen für das Umweltmanagement eher in besonderen Fällen zur Anwendung.

Allerdings schließt das eine zukünftige Entwicklung hin zu stärkeren Verwendung von stoffstromorientierten BUIS nicht grundsätzlich aus. Der Blick auf die dynamische Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Software im Allgemeinen oder bei ERP-Systemen im Speziellen, macht deutlich, dass die derzeit bestehenden Anwendungshemmnisse möglicherweise überwunden werden können. So zeigen die oben aufgeführten Lösungsbeispiele, dass ein Kopplung grundsätzlich möglich ist.

Mit der Entwicklung der PAS 1025[23] im Rahmen des Forschungsprojekts CARE wurde die Vorstufe einer Norm vorgestellt, die die Kopplung zwischen ERP-System und BUIS durch eine Schnittstellenspezifikation für den Transfer von Stoffstromdaten in der Zukunft standardisieren kann (vgl. DIN 2003).

Allerdings fehlen aus der praktischen Anwendung der PAS noch grundlegende Erkenntnisse über das Aufwand-Nutzen-Verhältnis sowie mögliche sinnvolle Anwendungsszenarien, die den Einsatz rechtfertigen. Hier sind weitere Praxisbeispiele notwendig, um Erfahrungswerte zu sammeln und das Vorgehen zu operationalisieren. Dann wird sich zeigen, ob eine solche Schnittstelle zu einem effizienteren und schnelleren Datenaustausch führt, zum dauerhaften Einsatz kommt und Akzeptanz in produzierenden Unternehmen findet.

[23] Publicly Available Specification (siehe http://www.din.de/dienstleistungen/dienstleistungen/pas/)

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Zur Nutzung einer Schnittstelle ist nicht nur ein gemeinsames Datenformat notwendig, sondern auch die Einrichtung einer technischen Kommunikation zwischen den Systemen. Hierfür hat sich die Technologie der Web Services als gut nutzbar erwiesen. Dies zeigt das im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS prototypisch auf der Basis von Java und Web Service-Technologie entwickelte BUIS-Tool zur Kopplung von ERP-System und stoffstromorientierten BUIS. Jedoch fehlen auch hier Erfahrungswerte über den notwendigen Aufwand und konkreten Nutzen, vor allem aber konnten Web Service Anwendungen bisher noch nicht in einem Anwendungskontext bewertet werden.

9.3.4 Einsatz eines Umweltcontrolling-Intranets

Kleinere und mittlere Unternehmen verfügen normalerweise über kein ERP-System. Sie nutzen aber oftmals eine Netzwerk-basierte IT-Struktur unter *Nutzung* eines Intranets, um Informationen und Dateien bereitzustellen (Spath 2003). Ein Intranet ist ein privates Datennetz, in dem die Technologien des öffentlichen Internets zum Einsatz kommen (vgl. Kyas 1997). Es beruht auf dem Transportprotokoll TCP/IP, auf dessen Basis unterschiedliche Anwendungsprogramme für den Email-Versand, Dateitransfer oder das Ansehen von Internetseiten u.a. realisiert sind. Intranets nutzen diese Transportfunktionalitäten und Darstellungsformate des Internets zur Datenkommunikation innerhalb des Unternehmens. Intranetserver können u.a. benutzt werden für das Dokumentenmanagement, Groupware-Anwendungen, sowie für Zugriffe auf Datenbanken und andere unternehmensspezifische Anwendungen.

Die meisten wichtigen Softwareproduzenten haben Schnittstellen zum Übertragen von Daten in Intranetdatenformate geschaffen. Dadurch ist eine wichtige Voraussetzung zur Integration verschiedener Softwareanwendungen im Unternehmen geschaffen worden, und Kommunikationsbarrieren können mit Hilfe von Intranets abgebaut werden (vgl. Kyas 1997). Intranets sind gemäß des Client/Server-Prinzips aufgebaut: Die Informationsquellen stehen auf einem Webserver zur Verfügung und können unternehmensweit durch WWW-Clients, so genannte Browser, abgerufen werden.

Zur informationstechnischen Unterstützung des Umweltmanagements wird in Unternehmen, insbesondere in KMU, häufig auf einfache Lösungen unter der Verwendung von Office-Anwendungen zurückgegriffen (Beucker et al. 2002), eingesetzt als Insellösung auf einem lokalen Arbeitsplatzrechner. Microsoft Office-Produkte wie Excel oder Access werden oftmals für den speziellen Anwendungsfall durch Makros und Visual Basic for Application (VBA) angepasst und erweitert. Sie kommen üblicherweise zur Datenverarbeitung und Analyse, beispielsweise im Abfallmanagement, bei der Verwaltung eines Gefahrstoffkataster oder der Kennzahlbildung und -auswertung zum Einsatz.

Mit der Anwendung solcher Office-Produkte als Einzelplatzlösung sind die dort aufbereiteten Informationen nur für die Benutzer selbst direkt zugänglich. Zur Verbreitung im Unternehmen müssen sie erst aufbereitet und weitergegeben werden, was zu einem erheblichen Mehraufwand führen kann. Aber auch die Datenerfassung geschieht händisch und ist mit großem Auf-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

wand verbunden, gepaart mit einer gewissen Fehleranfälligkeit. Dabei werden erfahrungsgemäß Umweltinformationen in Unternehmensorganisationen zum größten Teil von den Umweltmanagern generiert und ausgewertet, zum Teil mit Unterstützung von Expertensystemen (Beucker et al. 2002). Eine Weitergabe der generierten Informationen an Entscheidungsträger ist i. d. R. nur darüber möglich, dass in regelmäßigen Abständen Berichte erstellt und präsentiert werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS wurde ein Konzept für ein Umweltcontrolling-Intranet entwickelt und prototypisch umgesetzt, welches die informationstechnische Infrastruktur eines Intranets zu nutzen und zum Ziel hat, Umweltinformationen aus verschiedenen Anwendungen zusammen zu führen und für verschiedene Zielgruppen in KMU einfach verfügbar zu machen[24]. Dabei wird in eine Sach-, Bewertungs- und eine Darstellungsebene getrennt. Abbildung 16 zeigt die wesentlichen Aspekte der Umweltcontrolling-Intranet Lösung. Diese Intranetlösung richtet sich primär an kleine und mittelständische Unternehmen ohne ERP-Systeme. Der Prototyp stellt aufgrund seines modularen Aufbaus unter Nutzung einfacher informationstechnischer Mittel eine leicht umzusetzende Möglichkeit dar, Umweltinformationen zusammen mit betriebswirtschaftlichen Informationen integriert und anwenderbezogen zu verwalten und darzustellen.

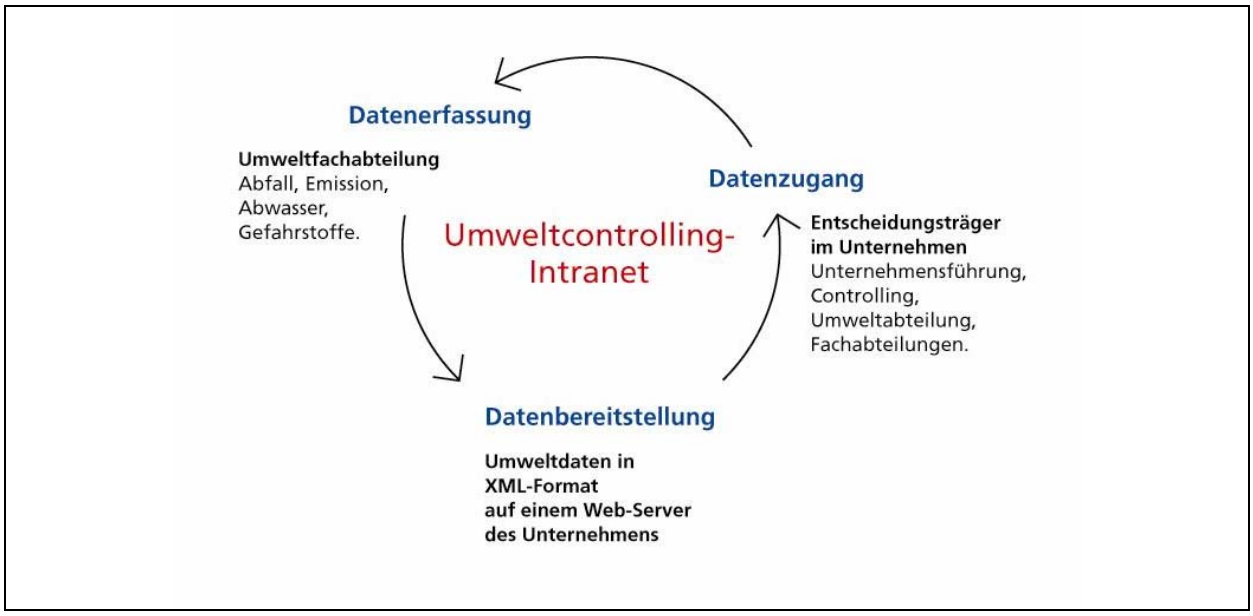


Abbildung 16: Konzept des Umweltcontrolling-Intranet

Die Gliederung der Informationen anhand einer Sach-, Bewertungs- und eine Darstellungsebene führt im Unweltcontrolling-Intranet zur Definition und Gestaltung unterschiedlicher Layer:

- **Expertenlayer**
  Integration von Umweltinformationen von Umweltexperten in eine allge-

[24] siehe dazu http://www.bum.iao.fraunhofer.de/uc-intranet/

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

mein verfügbare Informationsschicht, die flexible Erweiterung von Daten wird dabei berücksichtigt. Dazu wurden zum Teil einfache Tools implementiert für die Bereiche Gefahrstoffmanagement, Abfallmanagement und Umweltbetriebsbilanz.

- **XML-Layer**
  Einbettung in das Umfeld der betrieblichen Anwendungssystem durch Ablage und Bereitstellung aktueller Umweltinformationen im Intranet. Die Ablage der den Informationen zugrunde liegenden Daten in XML-Format erlaubt eine Trennung der Information in Inhalt, Struktur und Layout (Spath und Wilhelm 2003).

- **Portal-Layer**
  Individueller Zugang für Entscheidungsträger im Unternehmen in Fach- und Instrumentensichten durch ein integriertes Rollenkonzept

In Abbildung 17 wird die Architektur der Umweltcontrolling-Intranet Lösung mit den drei Layer dargestellt.

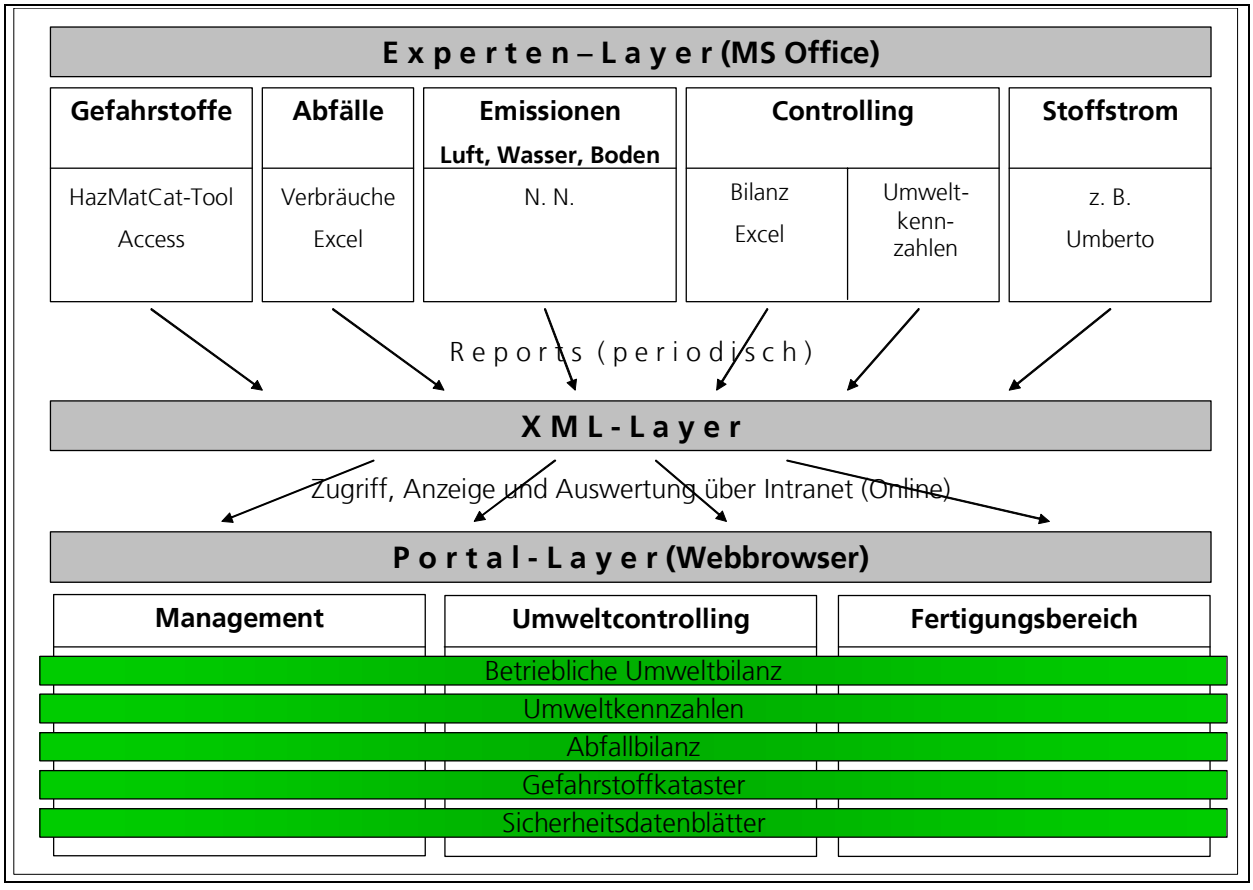


Abbildung 17: Überblick über die Architektur des Umweltcontrolling-Intranet

Die Intranet-Lösung stellt eine technisch einfache Lösung dar und greift auf anerkannte und weit verbreitete Microsoft Office-Anwendungen und Web-Browser-Technologie zurück. Über einen Browser wie Internet Explorer oder Netscape, der jedem Mitarbeiter zur Verfügung steht, können die Informationen eingesehen werden. Der methodische Ansatz dieser Intranet-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Anwendung zur Datenberechnung und -bereitstellung beruht auf der Trennung von Daten im XML-Format und deren Berechnung einerseits und Darstellung als Information durch so genannte StyleSheets andererseits. Mit diesem Vorgehen können Daten als XML-Dateien für unterschiedliche Zwecke und Adressaten differenziert berechnet und angezeigt werden.

Das Konzept des Umweltcontrolling-Intranets wurde prototypisch für die Anwender aus den Bereichen Management, Umweltcontrolling und Fertigungsbereich im BUIS*Lab*® des Fraunhofer IAO umgesetzt. Für die Seite der Datenbereitstellung wurden einzelne Tools zum Gefahrenstoffmanagement, Abfallmanagement und zu betrieblichen Umweltbilanzen entwickelt und an die Intranetlösung angebunden.

Fazit

Mit Hilfe des entwickelten Konzepts für ein Umweltcontrolling-Intranet können Umweltinformationen aus verschiedenen administrativen Anwendungsgebieten des betrieblichen Umweltschutzes, die in Form verschiedener Daten von den zuständigen Personen (Umweltexperten) im Unternehmen verwaltet werden, unterschiedlichen Nutzern innerhalb des Unternehmens zugänglich gemacht werden. Die Lösung eignet sich gut für eine unternehmensweite Integration von ausgewählten Umweltinformationen und bietet folgende Vorteile für ein Umweltcontrolling:

- Integrierte Ablage und Verwaltung von Umweltinformationen zusammen mit betriebswirtschaftlichen Informationen. Dabei bietet die Verwendung von XML alle Möglichkeiten einer flexiblen und standardisierten Datenbereitstellung bzw. -verwendung auch für andere Zwecke.

- Zum Einsatz kommen einfache informationstechnische Mittel wie das Intranet und Microsoft Office-Produkte, die auch in den meisten kleineren Unternehmen vorliegen und deren Bedienung meistens bereits vertraut ist. Die Basis-Technologie ist weithin bekannt und die Intranet-Lösung kann ständig selbst weiterentwickelt und angepasst werden.

- Effiziente und zielgruppenorientierte Kommunikation und unternehmensweite Verbreitung von Umweltinformationen durch Netzwerktechnologie.

- Anwenderspezifische Aufbereitung von Umweltinformationen – z.B. durch an den Benutzer angepasste Kennzahlen oder durch Visualisierung. Dabei werden Daten entsprechend der implementierten Berechnungsalgorithemen zusammengestellt.

Eine Intranet-Lösung für das Umweltcontrolling ist unter den folgenden Gesichtpunkten eine mögliche Alternative für das Unternehmen – unter der Maßgabe, dass der Einsatz der Umweltcontrollinginstrumente durch ein Informationssystem unterstützt werden soll:

- Es ist kein ERP-System vorhanden – was für viele KMU zutrifft. Damit kann die Intranet-Lösung die Datenberechnung und -bereitstellung übernehmen.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- Es ist ein ERP-System vorhanden, allerdings werden die für die Belange des Umweltcontrolling relevanten Daten (bspw. Energieverbräuche, Einsatz von Gefahrstoffen, Abfall- und Recyclingmengen) nicht oder kaum im ERP-System geführt, jedoch in anderen IT-Systemen, so dass statt einer ERP-Íntegration die Intranet-Einrichtung eine zu prüfende Alternativlösung darstellt.

- Das Intranet nimmt bereits eine zentrale Rolle in der Kommunikation und Information im Unternehmen ein und enthält bspw. bereits ein integriertes Content Management System oder Dokumentemanagementsystem. Zudem wird das ERP-System hauptsächlich im Bereich der Produktion eingesetzt und seine Anwender beschränken sich hauptsächlich auf das Controlling und die Produktionsplanung.

Eine Umweltcontrolling-Intranet Lösung bietet hinsichtlich der dezentralen, anwenderspezifischen Datenbereitstellung, und der Berechungsalgorithmen für Umweltkennzahlen eine ähnliche Funktionalität wie ein ERP-System. Allerdings bedarf es eines oder mehrer Vorsysteme, die die Datenbasis liefern und die Daten in dem XML-Format bereitstellen – das Intranet selbst stellt nur das Medium dar, um die Informationen verteilen zu können. Wie auch bei der Integration von Umweltkennzahlen in ein ERP-System müssen die Daten in den IT-Vorsystemen entsprechend angepasst oder erweitert werden – mit einem einmaligen Aufwand, der zu einer aufwandsarmen Datenbereitstellung in der dauerhaften Anwendung führt.

9.3.5 Zusammenfassung und Bewertung

Im Folgenden werden die verschiedenen Möglichkeiten der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling anhand ausgewählter Anforderungen zusammengefasst, bewertet und das Aufwand-Nutzen-Verhältnis beschrieben.

Die Untersuchungen und Bewertungen im Forschungsprojekt INTUS zeigen, dass prinzipiell – aus technischer Sicht – verschiedene Informationssysteme die Instrumente des Umweltcontrolling in der Anwendung unterstützen können. Allerdings zeigen die Umsetzungserfahrungen auch, dass sich das Aufwand-Nutzenverhältnis der Implementierung einer IT-Lösung – also der Aufwand für notwendige Anpassungen oder Erweiterung der Software und der daraus erzielte dauerhafte Nutzen – unterschiedlich verhält.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Tabelle 10 vergleicht das Aufwand-Nutzen-Verhältnis der einzelnen Informationssysteme Tabellenkalkulation, stoffstromorientiertes BUIS, ERP-System oder Umweltcontrolling-Intranet. Es wird dabei der gegenwärtige Wissensstand der Forschung, wie er sich aus dem Forschungsprojekt INTUS ableitet, hinsichtlich einer einmaligen oder kontinuierlichen Anwendung der Instrumente betriebliche Umweltbilanz, Umweltkennzahlen oder Flusskostenrechnung bewertet.

Zur informationstechnischen Unterstützung einer **betrieblichen Umweltbilanz** lässt sich feststellen, dass für eine einmalige Durchführung v. a. eine Tabellenkalkulationssoftware geeignet ist. Für eine wiederholende Erstellung einer betrieblichen Umweltbilanz (z. B. im Quartalsrhythmus) sind v. a. ERP-Systeme geeignet und bei geringerer Komplexität der Bilanz – insbesondere in KMU – auch ein Umweltcontrolling-Intranet. Stoffstromorientierte BUIS sind für dieses einfache Umweltcontrolling-Instrument auch gut geeignet, aber mitunter funktionell überdimensioniert, da sie primär für komplexere Anwendungen ausgelegt sind.

Bei der einmaligen Erstellung von **Umweltkennzahlen** sind besonders Tabellenkalkulationssoftware und zum Teil stoffstromorientierte BUIS als die am besten geeignete informationstechnische Unterstützung zu nennen.

Für die kontinuierliche Berechnung von Umweltkennzahlen eignen sich am besten ERP-Systeme und bei geringerer Komplexität des Umweltkennzahlensystems (v.a. in KMU) ein Umweltcontrolling-Intranet. Aber auch Insellösungen mit Tabellenkalkulationssoftware sind weiterhin attraktiv. Stoffstromorientierte BUIS können unter gewissen Voraussetzungen (Kopplung mit ERP-Systemen oder anderer Unternehmenssoftware) zur kontinuierlichen Umweltkennzahlenberechnung genutzt werden. Dies ist allerdings nur für bestimmte Anwendungsbereiche sinnvoll.

Für die einmalige Durchführung einer **Flusskostenanalyse** eignen sich insbesondere Tabellenkalkulationssoftware und stoffstromorientierte BUIS. Eine kontinuierliche Flusskostenrechnung kann bei geringer Komplexität theoretisch mit Tabellenkalkulationssoftware gut durchgeführt werden, ansonsten auch mit stoffstomorientierten BUIS. Praktisch ist es bei einer geringen Komplexität der Produktionsstruktur nicht erforderlich, regelmäßig Flusskosten zu berechnen, in solchen Fällen sind Umweltkennzahlen das effizientere Umweltcontrollinginstrument (siehe auch Kapitel 7).

Durch Anpassung des ERP-System kann auch eine so genannte ERP-integrierte Flusskostenrechnung durchgeführt werden. Arbeiten hierzu wurden vom imu Augsburg u. a. vor allem im Projekt eco-effizienz durchgeführt. Die Anpassung des ERP-Systems kann sich mitunter relativ aufwändig gestalten. Es besteht auch die Möglichkeit durch externe Auswertung von Materialstammdaten und Bewegungsdaten (zu Buchungsaufträge, Fertigungsaufträge etc.) eine Flusskostenrechnung durchzuführen, wozu aber in vielen Fällen ein besonderes Auswertungstool benötigt wird (siehe dazu Strobel 2003 und im Internet http://www.eco-effizienz.de).

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Tabelle 10: Vergleich des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses durch Softwareunterstützung der Instrumentenanwendung – unter der Annahme, dass die aufgeführten Softwaresysteme mit ihrer Funktionalität und nicht nur als Datenlieferant genutzt werden

	Tabellen-kalkulati-onssoft-ware	**Stoff-strom-orientier-tes BUIS**	**ERP-System**	**Umwelt-control-ling-Intranet**
Betriebliche Umweltbilanz				
einmalige Bilanzierung	●	◕	○	○
Wiederholende Bilanzierung	◕	◕ 1)	●	● 2)
Umweltkennzahlen				
einmalige Umweltkennzahlenbe-rechnung	●	◕	○	○
Kontinuierliche Umweltkennzahlen-berechnung	◔	◔ 1)	●	● 2)
Flusskostenrechnung				
Einmalige Flusskostenanalyse	●	●	○	○
Kontinuierliche Flusskosten-berechung	◔ 2)	◕ 1)	◕ 3)	○

Legende:

● = sehr gut geeignet, ◕ = gut geeignet, ◔ = weniger geeignet, ○ = nicht geeignet

1) mit Kopplung von ERP-System und BUIS verbesserbar
2) bei geringerer Komplexität des Umweltkennzahlensystems, v.a. in KMU
3) vgl. hierzu die Arbeiten von imu Augsburg u.a., siehe http://www.eco-effizienz.de

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

9.4 Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling

Im Forschungsprojekt INTUS wurde ein Phasenmodell zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung von Umweltcontrollinginstrumenten auf Basis eines vorhandenen Betrieblichen Informationssystems erarbeitet. Dabei gingen die Erfahrungen aus den Umsetzungsprojekten bei den Firmen SCHOTT Glas, Continental TEVES, Ensinger Mineral-Heilquellen und Firma Göhring mit ein.

Die Disziplin des Software Engineering, bzw. der Softwaretechnik beschäftigt sich mit der Entwicklung von informationstechnischer Unterstützung in Form von Software und stellt dafür Methoden und Vorgehensweisen zur Verfügung. In der Literatur findet man verschiedene strukturierte Vorgehensweisen in Form von Phasenkonzepten, die sich auch in der Praxis etabliert haben. Grundlage aller dieser Modelle sind folgende Schritte (vgl. Krcmar 2002, S. 123):

1. Definition der System-Anforderungen,
2. Erstellung eines vorläufigen Konzepts,
3. Überprüfung, Modifikation und Verfeinerung des vorläufigen Konzepts,
4. Implementierung
5. Testen
6. Endgültige Installation
7. Inbetriebnahme und Wartung

Auf der Basis von Phasenkonzepten werden in der Praxis Prozessmodelle (auch Vorgehensmodelle genannt) definiert, die aus voneinander getrennten Phasen bestehen. Diese Phasen bestehen jeweils aus bestimmten Aktivitäten (vgl. Seibt 2001, S. 498 zitiert in Krcmar 2002). Auf Basis dieser Modelle und vor dem Hintergrund der mit den Umsetzungspartnern des Forschungsprojekts INTUS gemachten Erfahrungen wurde ein Vorgehensmodell zur Entwicklung und Einführung eines Umweltcontrolling-Modell entwickelt, das im Folgenden vorgestellt wird.

Ein Phasenmodell für die Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling in vorhandene Betriebliche Informationssysteme kann im Kontext von Projekten zur Entwicklung von Betrieblichen Umweltinformationssystemen gesehen werden. Vorgehensmodelle solcher Projekte in der Literatur sind meist sehr allgemein gehalten (vgl. Tschandl et al. 2003) oder beschreiben die Implementierung eines Softwaremoduls, das bereits auf dem Markt verfügbar ist, sowie dessen Integration in die Unternehmenssoftware (vgl. Rikhardsson 1998, S. 121-123).

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Das Rahmen des Forschungsprojekts INTUS entwickelte Phasenmodell beschreibt, wie modellhaft ein Projekt zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung von Umweltcontrollinginstrumenten durchgeführt werden kann. Dabei wurden die bestehenden Ansätze des Prototypenmodells und des objektorientierten Modells erweitert, um spezifische Charakteristika der informationstechnischen Implementierung von Umweltcontrollinginstrumenten zu berücksichtigen. Im Rahmen dieses Vorgehensmodells kann eine informationstechnische Unterstützung eines oder mehrerer Umweltcontrollinginstrumente mit Hilfe bestehender Betrieblichen Informationssysteme bzw. deren softwaretechnischer Umsetzung entwickelt und eingeführt werden. Dabei kann es sich zum Beispiel um ein ERP-System, ein Produktionsplanungs- und steuerungssystems (PPS-System) handeln, ein Warenwirtschaftssystem oder eine Betriebsdatenerfassung (BDE).

Die Implementierung der informationstechnischen Unterstützung von Umweltcontrollinginstrumenten ist von folgenden Charakteristika geprägt:

- Durch eine fachliche Vielfalt der Beteiligten aus einem Unternehmen (z.B. Verantwortliche aus den Abteilungen Umweltschutz, Umweltmanagement, Controlling, Datenverarbeitung, Management) besteht ein hohes Potenzial für multidisziplinäre Fehlkommunikation. Ein Prototyp kann somit als Grundlage für die gemeinsame Kommunikation beim Formulieren von Anforderungen dienen.

- Es wird auf Informationen zurückgegriffen, die bisher nur von einzelnen Benutzern genutzt wurden und auf ihre Belange zugeschnitten waren[25]. Diese Informationen existieren in Informationsinseln und sind oft nicht für Außenstehende verständlich. Ein Prototyp kann als Integrationswerkzeug dienen.

- Durch den immer noch hohen Innovationsgrad von Umweltcontrollinginstrumenten für traditionelle produzierende Unternehmen bestehen noch viele Missverständnisse über Möglichkeiten und Ausgestaltung von Instrumenten des Umweltcontrollings. Nutzen und Akzeptanz des Produkts für potenzielle Benutzer im hohen Maße unklar. Damit ist der Informationsbedarf der Benutzer im Rahmen des Umweltcontrolling sowie der Bedarf an Funktionalitäten am Start eines Projektes im hohen Grade unbestimmt. Durch einen Prototyp können geplante Funktionalitäten visualisiert werden und damit greifbarer für die Projektbeteiligten werden. Der Prototyp kann Lerneffekte auslösen und als antreibendes Dokument im Entwicklungsprozess dienen.

- Bei der informationstechnischen Umsetzung von Umweltcontrollinginstrumenten muss intensive Überzeugungsarbeit bei allen Beteilig-

[25] Der Einsatz von Microsoft Office-Tools ist eine weit verbreitete Praxis beim Einsatz von Software für das Umweltcontrolling. Vgl. hierzu auch die Ergebnisse der Umfrage: „Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) im Umweltcontrolling – Umfrage zur Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrollings und deren informationstechnischen Unterstützung“, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

ten geleistet werden, um den Nutzen einer solchen Implementierung klar verständlich zu machen. Im Rahmen der hohen Benutzerbeteiligung im Prototypenmodell kann der Prototyp dem Prozesspromotor als Instrument dazu dienen, Projektmitarbeiter zu überzeugen und zu motivieren.

Diese Charakteristika wurden bei der Erarbeitung des Phasenmodells berücksichtigt. Das Modell besteht aus neun Phasen (Abbildung 30)

1) Projektvorbereitung
2) Analyse und Formulierung der Anforderungen
3) Erstellung eines Konzepts
4) Überprüfung, Modifizierung und Verfeinerung des Konzepts
5) Implementierung der informationstechnischen Unterstützung
6) Verifikation und Validierung
7) Anwenderschulung
8) Installation der informationstechnischen Unterstützung
9) Anwendung und Wartung

Diese Phasen bestehen aus einzelnen Prozessschritten und werden im Folgenden beschrieben. Sie gliedern sich dabei in das Integrierte Konzept zur Einführung von Instrumente des Umweltcontrolling (siehe Kapitel 11) folgendermaßen ein: Phase 1 wird in der Phase „Ideengenerierung“ des Integrierten Konzepts durchgeführt. Phasen 2 bis 4 bilden den Teil der „Spezifischen Problemlösung“ aus informationstechnischer Sicht ab, Phasen 5 bis 8 den Teil der „Implementierung“ des Integrierten Konzepts. Die Phase 9 des hier vorgestellten Phasenmodells zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling gliedert sich in die „Alltagsanwendung“ des Integrierten Konzepts ein.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

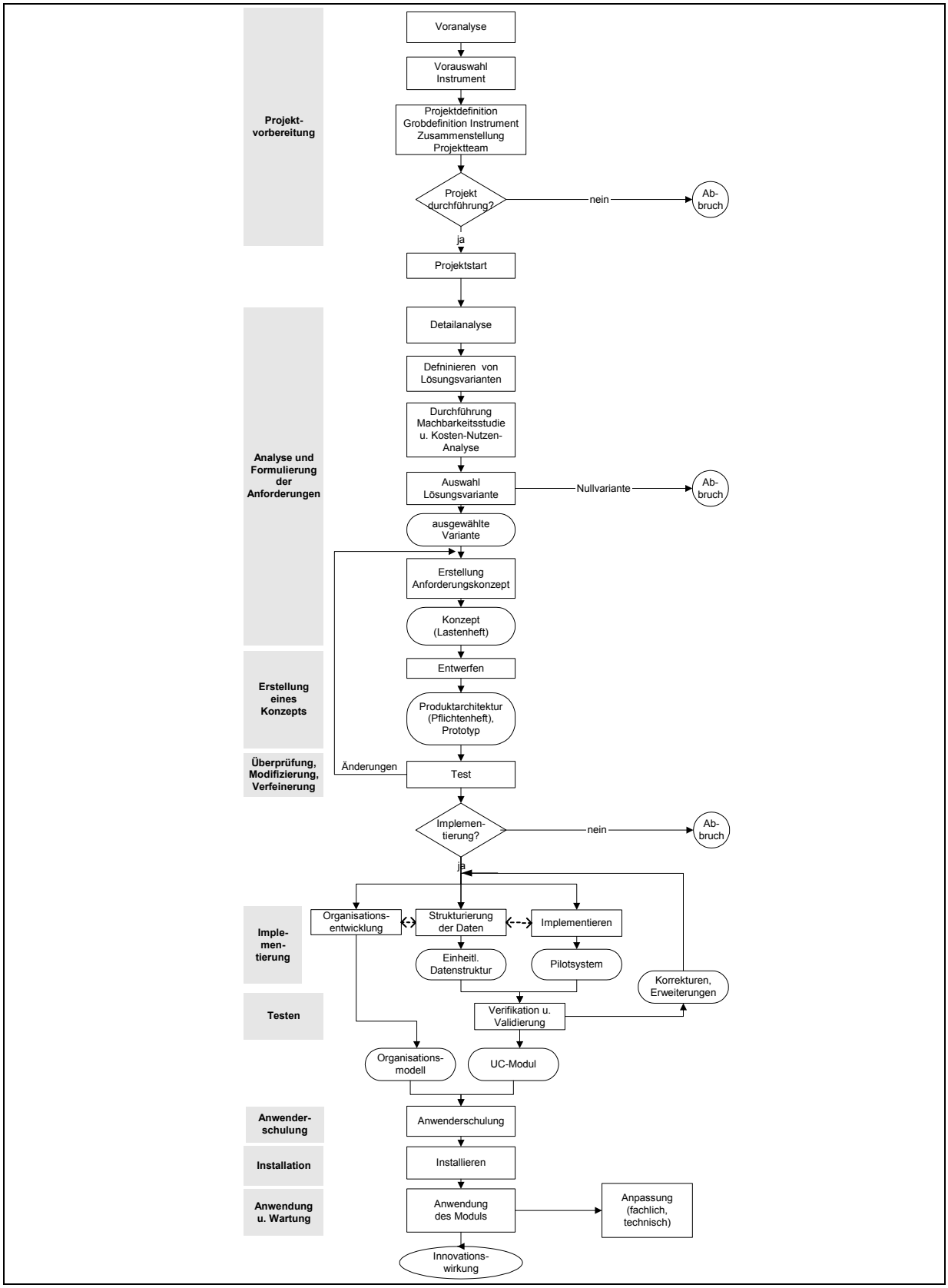


Abbildung 18 : Das Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling (Quelle: eigene Darstellung)

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

9.4.1 Projektvorbereitung

Zur Vorbereitung eines Projekts zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling gehören verschiedene Aspekte, die sich in einen fachlichen Teil und einen Projektmanagement-Teil aufgliedern.

Zum fachlichen Teil gehört eine grob durchzuführende Voranalyse über den Bedarf an Umweltcontrollinginstrumenten sowie eine Vorauswahl über das einzusetzende Instrument und dessen Grobdefinition für die Belange des Unternehmens. Die Vorauswahl des Instruments entspricht der im Konzept für die Instrumentenkombination (siehe Kapitel 7) vorgestellten Analyse und Entscheidung. Dazu kann die dort vorgestellte Liste von Ausschlusskriterien verwendet werden (siehe Tabelle 7).

Zum Projektmanagement-Teil gehört die Definition des Projekts sowie die Zusammenstellung des Projektteams. Wichtig ist hierbei die Auswahl der richtigen Teammitglieder. Die Entwicklung und Einführung eines Umweltcontrolling-Instruments kann als Innovation betrachtet werden und stellt als solche einen Arbeitsprozess dar, in denen die beteiligten Personen bestimmte „Leistungsbeiträge“ erbringen müssen, wobei sie sich auf bestimmte „Machtquellen“ stützen, um den Prozess zum Erfolg zu führen (vgl. Hauschildt 1997, S. 157).

Leistungsbeiträge können bestehen aus dem Anstoß des innovativen Prozesses, der Entwicklung einer Problemlösung, der Steuerung des Innovationsprozesses, einer betrieblichen Entscheidung sowie der eigentlichen Realisierung und Umsetzung. Im Rahmen eines Innovationsprozesses wie z. B. der Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling, können verschiedene Widerstände auftreten. Dabei kann unterschieden werden in Barrieren des Nicht-Wissens, des Nicht-Wollens sowie Barrieren administrativer Art. Solche Widerstände können mit Hilfe von Machtquellen überwunden werden. Diese können aus objektspezifischem Fachwissen, hierarchischem Potenzial, Verfügung über materielle Ressourcen, Organisationskenntnis und Kommunikationspotenzial, sowie Netwerkkenntnis und Interaktionspotenzial bestehen (vgl. Hauschildt 1997, S. 159f).

Für die erfolgreiche Durchführung eines Projekts zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling bedeutet dies, das das Projekt von vornherein mit den richtigen Voraussetzungen begonnen werden muss. Dazu sollte das Projektteam aus Personen zusammengesetzt werden, die durch das Erbringen von Leistungsbeiträgen und das Nutzen von Machtquellen das Projekt zum Erfolg bringen können.

Im betrieblichen Kontext sind die Leistungsbeiträge und Machtquellen auf verschiedene Personen verteilt, wobei dabei in so genannte Machtpromotoren, Fachpromotoren und Prozesspromotoren unterschieden wird (vgl. Hauschildt 1997, S. 161 u. S. 164). Die Rollen dieser Promotoren wird detaillierter beschrieben in Kapitel 8.4.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Bei der Zusammenstellung des Projektteams sollten solche Personen ausgewählt werden, die Leistungsbeiträge beisteuern können und solche, die über Machtquellen verfügen. Der Projektleiter als Prozesspromotor soll dabei helfen, administrative Hindernisse zu überwinden und zu vermitteln zwischen Verantwortlichen im Unternehmen mit hierarchischem Potenzial und Mitarbeitern mit objektspezifischem Wissen, also Fachwissen (vgl. Hauschildt 1997, S. 165).

Nach der Zusammenstellung des Teams und der Grobdefinition des einzusetzenden Instruments bzw. Instrumentenmixes wird eine betriebliche Entscheidung über die Projektdurchführung durchgeführt. Wenn diese positiv ausfällt, kann mit dem Projekt begonnen werden.

9.4.2 Analyse und Formulierung der Anforderungen

In der zweiten Phase des Vorgehensmodells, der Analyse und Formulierung der Anforderungen, werden zuerst die organisatorischen, fachlichen und informationstechnischen Voraussetzungen geprüft. Dann werden Lösungsvarianten erstellt und auf ihre Durchführbarkeit überprüft. Nach der Auswahl einer dieser Varianten wird ein Anforderungskonzept in Form eines Lastenhefts erstellt. Die einzelnen Schritte werden im Folgenden detailliert beschrieben.

Die **Detailanalyse** gliedert sich in zwei Abschnitte:

1) eine Analyse der Benutzer-Anforderungen an eine informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrolling und

2) eine Analyse der vorhandenen umweltrelevanten Daten.

In der Analyse der Anforderungen werden Benutzer aus allen Unternehmensbereichen einbezogen, um ihren Bedarf an Informationen und Funktionalitäten abzufragen. Diese sollten zuerst unstrukturiert gesammelt und dann klassifiziert werden. Darauf folgt das Setzen von Prioritäten. Eine Analyse solcher Anforderungen ist ein iterativer Prozess. Standardisierte Vorgehensweise wie die VORD-Methode[26] können dafür zum Einsatz kommen. Es empfiehlt sich eine Formulierung der Anforderungen in Anwendungsfällen (use cases) z. B. in UML-Notation[27].

Die Bereitstellung der Umweltinformationen orientiert sich an drei Dimensionen (vgl. Sternemann 1999):

[26] vgl. Sommerville 2001, S. 137

[27] UML: Unified Modelling Language, ein von der OMG (Object Management Group) gepflegter Standard, siehe http://www.omg.org/uml/

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- Informationsbedarf
  Welche Art von Informationen benötigt der Nutzer?
  (Kennzahlen, Materialeigenschaften, Kosten, Dokumente, …)

- Geschäftsprozess
  Welche Geschäftsprozesse oder Aktivitäten des Nutzers sollen mit den Informationen unterstützt werden?
  (Invest-Entscheidung, Produktdesign, Bilanzerstellung, …)

- Wirkungsbereich
  Welchen Bereich betreffen die Entscheidungen?
  (Produkt, Produktion, Menschen, Organisation, …)

Die ganzheitliche Betrachtung der Material- und Energieströme mit dem Ziel, Effizienzpotential zu identifizieren, involviert die unterschiedlichen betriebsinterne Funktionsbereiche und Personen. Diese können sowohl Datenlieferant für die Analyse sein, als auch Empfänger und Anwender von Umweltinformationen. Die organisatorische Integration der Instrumentenanwendung berücksichtigt den Informationsbedarf der einzelnen Funktionsträger im Unternehmen. Die Umweltinformationen müssen jedem dieser Nutzer spezifisch mit dem erforderlichen Bezug zu Zeit, Unternehmensbereichen und steuerbare Umweltthematik bereitgestellt werden.

In der Analyse umweltrelevanter Daten wird die Informationsversorgung für ein Umweltcontrolling-Instrument, wie z.B. die betriebliche Umweltbilanz oder ein Umweltkennzahlensystem geprüft.

Dazu ist eine tiefer gehende Analyse der vorhandenen Daten nötig, in der Detailtreue der Daten, Bezugsgrößen, vorhandene Datenformate usw. geprüft werden, sowie die IT-Systeme, in denen sie vorliegen. Diese Analyse dient als Grundlage für eine einheitliche Datenstruktur für die umweltrelevanten Daten, die in einem späteren Schritt entwickelt wird.

Instrumente des Umweltcontrolling wie beispielsweise die Betriebliche Umweltbilanz oder Umweltkennzahlen werten Informationen aus einem Unternehmen aus. Sie sind somit unmittelbar auf spezifische Daten zu Stoff- und Energieverbräuchen, Kostenverteilungen sowie auch Kostenstellenstrukturen angewiesen, die mit dem Begriff umweltrelevante Daten bezeichnet werden können[28]. In produzierenden Unternehmen kommen oft Informationssysteme in Form von Softwaresystemen[29] zum Einsatz, mit denen z. B. Materialwirtschaft und Fakturierung oder die Produktionsplanung unterstützt werden. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass im betrachteten Unternehmen bereits Stoff- und Materialstammdaten, eine detaillierte Kostenstellenstruktur sowie Stoff- und Energieflussdaten in Softwaresystemen vorliegen.

[28] für eine Beschreibung von umweltrelevanten Daten in Unternehmen vgl. Lang u. Jürgens 2003.

[29] synonym zu „Softwaresystem“ wird auch der Begriff „IT-System“ gebraucht.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Die Auswahl eines Umweltcontrolling-Instruments bzw. eines Instrumentenmixes stellt eine wichtige Entscheidung dar. Dazu wurden im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS Arbeiten durchgeführt, die im Bericht „Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechung“ veröffentlicht wurden (vgl. Kapitel 7)[30].

Eine grundsätzliche Einschätzung von Informationen und Daten kann z.B. nach den Kriterien Verfügbarkeit der Daten und Integrationsgrad der Daten erfolgen und in einem Datenportfolio abgebildet werden.

Beim **Definieren von Lösungsalternativen** werden aus den Analyseergebnissen Vorschläge zur Ausgestaltung von Instrumenten des Umweltcontrolling und ihrer informationstechnischen Implementierung formuliert. Dazu wird geprüft, inwiefern Funktionalitäten vorhandener Systeme, wie z. B. ein bestehendes ERP-System genutzt werden können, diese erweitert werden können, oder auch, ob neue Software angeschafft werden muss.

Die Lösungsalternativen sollen verschiedenen Varianten der Anwendung von Umweltcontrollinginstrumenten einschließlich ihrer IT-Unterstützung beschreiben. Sie können die Anwendung verschiedener Instrumente beschreiben oder die Anwendung eines einzelnen Instruments mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden oder unterschiedlicher IT-Implementierung. Die so entwickelten Lösungsvarianten können in Anwendungsszenarien beschrieben werden. Eine Übersicht über verschiedene mögliche Lösungsalternativen sowie Praxiserfahrungen aus den Umsetzungsunternehmen findet sich in Kapitel 10.

Schließlich werden die Lösungsvarianten in einer Machbarkeitsstudie auf ihre Durchführbarkeit geprüft und einer Kosten-Nutzen-Betrachtung unterzogen. Diese Betrachtungen können noch nicht sehr detailliert sein, sollen aber den Verantwortlichen einen Überblick über die technische Durchführbarkeit sowie den zu erwarteten Aufwand und Nutzen geben, um eine Entscheidung treffen zu können.

Danach wird im Unternehmen eine Auswahl-Entscheidung vorgenommen, welche Lösungsvariante umgesetzt werden soll. Diese Entscheidung kann theoretisch auch zur Entscheidung für die Nullvariante, also dem Abbruch des Projekts führen. Für die ausgewählte Variante wird ein Anforderungskonzept in Form eines Lastenhefts erstellt. Ein solches Lastenheft stellt das fachliche Ergebnisdokument der Analyse und Formulierung der Anforderungen aus Benutzersicht dar. Balzert schlägt vor, ein Lastenheft zu gliedern in Zielbestimmung, Produkteinsatz, Produktübersicht, Produktfunktionen, Produktdaten, Produktleistungen, Qualitätsanforderungen und Ergänzungen. Der wichtigste Punkt hierbei ist die Beschreibung der Produktfunktionen.

[30] Loew, T.: Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechung, Berlin 2003, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads oder www.ioew.de .

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Dort werden die Hauptfunktionen des erwünschten Softwareprodukts auf oberster Abstraktionsebene beschrieben in Form von typischen Arbeitsabläufen, die mit dem zu Produkt durchgeführt werden sollen (vgl. Balzert 2000, S. 62). Dazu sollte möglichst eine formelle Beschreibungssprache wie UML (Fowler; Scott, 2000) oder ARIS (Scheer, 1998) benutzt werden.

9.4.3 Erstellung eines unternehmensspezifischen Umsetzungskonzepts

Nach der Fertigstellung des Lastenhefts werden die im Lastenheft formulierten Anforderungen beim **Entwerfen** in eine Produktarchitektur umgesetzt. Dies bedeutet, dass ein detailliertes Konzept für die informationstechnische Umsetzung des Umweltcontrolling entworfen wird. Dieses Konzept beinhaltet die detaillierte Definition von technischen Funktionalitäten in einzelnen Systemkomponenten, technische Anforderungen, Datenstrukturen für die abzubildenden Daten, benötigte Programmalgorithmen, die Spezifikation von Schnittstellen sowie die Spezifierung der verschiedenen Nutzergruppen und der für sie benötigten Auswertungsmöglichkeiten festgelegt sowie die benötigten Möglichkeiten zur Datenerfassung und Datenausgabe.

Für das Entwerfen einer einheitlichen Datenstruktur der umweltrelevanten Daten (auf Basis der bereits durchgeführten Datenanalyse) können wiederum Objektmodellierungssprachen wie UML und ARIS verwendet werden. In einem Berechtigungskonzept wird festgelegt, wer welche Zugriffsrechte auf die verschiedenen Daten hat und wer verantwortlich ist für die Pflege der Daten. Mitunter müssen (z. B. bei Verwendung von Personaldaten) auch unternehmensinterne Regelungen zur Datenfreigabe beachtet werden. Über die Entwicklung von so genannten Rollenkonzepten können verschiedene anwenderspezifische Sichten auf die Daten ermöglicht werden. Dies kann zu einer höheren Akzeptanz der implementierten Umweltcontrolling-Unterstützung bei den einzelnen Benutzern führen.

Als Ergebnis dieses Schritts steht eine Produktarchitektur für die informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrolling, zusammengefasst in einem Pflichtenheft. Teilaspekte davon werden in einem Prototyp umgesetzt. In einem solchen Prototyp werden ein Teil der Funktionalitäten abgebildet und ein Teil der Auswertungsmöglichkeiten visuell dargestellt. Der Prototyp sollte so programmiert worden sein, dass er kontinuierlich zum eigentlichen Produkt ausgebaut werden kann und so eine Vorstufe zum Umweltcontrolling-Modul darstellt. So kann zur endgültigen Implementierung bereits geschriebener Code wieder verwendet werden.

Die Erfahrung mit den mit in den Umsetzungsprojekten des Forschungsprojekts INTUS zeigen, dass das Durchführen des Entwurfsschritt zur Entwicklung von Produktarchitektur und Prototyp im kleinen Kreis des Projektteams sinnvoll ist, die Rückkopplung mit weiteren Nutzern macht erst nach einem Implementierungsschritt Sinn.

9.4.4 Überprüfung, Modifizierung und Verfeinerung des Konzepts

In der vierten Phase des Vorgehensmodells wird der Prototyp vom Projektteam ausführlich getestet. Erst in einem späteren Schritt werden über das

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Projektteam hinaus auch die restlichen Benutzer des Umweltcontrolling mit heran gezogen.

Beim Testen von Software wird zwischen Validierung und Verifikation unterschieden:

- In der Validierung wird überprüft, ob das richtige Produkt entwickelt worden ist, die Software also den Erwartungen der Benutzer entspricht.

- In der Verifikation wird die technische Funktionsfähigkeit des Produkts bzw. des Prototyps überprüft. Die Interaktion zwischen einzelnen Komponenten des Prototyps wird überprüft sowie die Integration des Prototyps in die vorhandene betriebliche Software, um sicherzustellen, dass Fehler vor der eigentlichen Installation der fertigen informationstechnischen Unterstützung entdeckt werden.

Da das Validieren und Verifizieren komplexer Software oft ein sehr zeitintensiver Vorgang ist, wurden dazu bestimmte Methoden und Tools entwickelt (Sommverville 2001, S. 427ff.; Thaller 2000, S. 43ff.). Gründliches Testen zu einem frühen Zeitpunkt der Entwicklung kann die Entwicklungs- und Wartungskosten eines Softwareprodukts erheblich senken und das Risiko von Gewährleistungspflichten herabsetzen. So können eine schlechte Benutzerproduktivität, Dateneingabe- und Kalkulationsfehler sowie fehlerhaftes funktionales Verhalten vermieden werden.

Zum Testen des Prototyps werden Probedaten aus dem betrieblichen Alltag verwendet und benötigte Auswertungen erzeugt. Benötigte Änderungen werden vom Projektteam formuliert und dann durch Modifizierungen der Produktarchitektur und des Prototyps in einem weiteren Entwurfsschritt umgesetzt. Diese Iteration wird bei Bedarf ein weiteres Mal wiederholt, um Produktarchitektur und Prototyp zu optimieren.

Nach Abschluss dieser Schritt wird schließlich eine Entscheidung über die Implementierung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling herbeigeführt.

9.4.5 Implementierung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling

Die fünfte Phase besteht aus dem **Implementieren.** Dort wird die definierte Produktarchitektur softwaretechnisch in Code umgesetzt. Es entsteht ein Pilotsystem, das in die vorhandene betriebliche IT-Infrastruktur des Unternehmens eingepasst werden muss. Setzt das Unternehmen ein ERP-System ein, so kann dieses in den meisten Fällen als Plattform zur Umsetzung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling genutzt wer-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

den, da ein ERP-System zum heutigen Entwicklungsstand zumeist Funktionalitäten hierfür zur Verfügung stellt (vgl. Kapitel 9.3 oben)[31].

Ein wichtiger Punkt bei der Implementierung ist die Programmierung von Schnittstellen zu bereits vorhandenen Software-Komponenten zum Auslesen von Daten und zum eventuellen Zurückspielen von Auswertungen, die mit Hilfe der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling erstellt worden sind. Dabei können vorhandene Schnittstellen zumeist angepasst und weiter verwendet werden.

Das Pilotsystem wird mit dem Projektteam und den zukünftigen Benutzern in enger Zusammenarbeit rückgekoppelt. Dazu werden ausführliche Testläufe durchgeführt und Änderungswünsche abgefragt. Diese gehen in die Produktarchitektur ein. Ein erneuter Implementierungsschritt führt zur Verbesserung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling. Eine solche Integration kann mitunter mehrmals durchgeführt werden, um die Umsetzung iterativ zu optimieren.

Parallel dazu findet eine **Strukturierung** vorhandener Daten statt, die später genutzt werden. Dazu wird die einheitliche Datenstruktur, die im Pflichtenheft festgeschrieben wurde, umgesetzt. Diese Struktur wird auch für die Definition von Schnittstellen in der Produktarchitektur der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling benötigt. Datenstrukturierung und Entwerfen müssen sich daher in enger Abstimmung miteinander befinden.

In der **Organisationsentwicklung** werden organisatorische Abläufe angepasst bzw. bei Bedarf neu definiert. Dies umfasst die Definition von Aufgaben und Verantwortlichkeiten und deren betriebliche Umsetzung in die Aufbau- und Ablauforganisation, z. B. auch durch Verfahrensanweisungen.

9.4.6 Verifikation und Validierung

Das erneute Testen des fertig gestellten Pilotsystem stellt einen wichtigen Schritt zur Fertigstellung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling dar. In der Literatur zum Software-Engineering[32] wird auf die Notwendigkeit intensiven Testens von Softwareprodukten hingewiesen. Vor allem vor dem Hintergrund der spezifischen Charakteristika von Umweltcontrolling-Software (vergleiche dazu Seite 109) muss ein besonderer Augenmerk auf die Validierung gelegt werden, also überprüft werden, ob die Erwartungen der Benutzer an das fertige Produkt erfüllt worden sind.

[31] Nähere Informationen hierzu wiederum in Heubach, D., Lang, C., Loew, T.: Anwendung von betrieblichen Informationssystemen im Umweltcontrolling – Potenziale und Praxisbeispiele, Stuttgart, Berlin, 2003, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads oder www.ioew.de .

[32] vgl. Balzert 2000 und Sommerville 2001

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Gegebenenfalls ist nach dem Schritt der Verifikation und Validierung ein erneuter Schritt zur Einarbeitung von Erweiterungen, die durch Benutzer vorgeschlagen wurden, nötig oder zur Korrektur technischer Fehler.

9.4.7 Anwenderschulung

In einer Anwenderschulung sollen die zukünftigen Benutzer des Systems in die Lage versetzt werden, das System zu bedienen und im täglichen Arbeiten sinnvoll einzusetzen. Eine Schulung kann zum Beispiel die Bedienung der Benutzungsoberfläche, korrektes Ausführen der verschiedenen Funktionalitäten und die Einbindung in die Prozesse am Arbeitsplatz sein.

9.4.8 Installieren der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling

Nachdem benötigte Änderungen eingearbeitet wurden und alle Tests abgeschlossen sind, kann die informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrolling installiert und in die vorhandene IT-Infrastruktur eingegliedert werden, z. B. in ERP-, PPS- oder Warenwirtschaftssystem.

9.4.9 Anwendung und Wartung

Die Phase des Betriebs und der Wartung von Softwareprodukten wird oft in der Planungsphase unterschätzt. Eine Anpassung des Produkts kann durch veränderte Bedingungen erforderlich sein. Dies können beispielsweise eine veränderte Kostenstellenstruktur, neue Produktionsstätten oder Geschäftsbereichen oder neue Umweltkennzahlen sein. Aber auch ein Update der benutzten Software oder die Neuanschaffung einer leistungsfähigren IT-Infrastruktur kann dazu führen, dass das Softwareprodukt angepasst oder erweitert werden muss. Um einen solchen Prozess zu koordinieren, empfiehlt sich die Ernennung eines Verantwortlichen, der Betrieb und Wartung der Software betreut.

An die Entwicklungs- und Implementierungsphase der Software schließt sich, neben dem Betrieb, die Wartungsphase an. Die Wartung des Softwaresystems soll dabei die im täglichen Gebrauch auftretenden Fehler verbessern, Anpassungen an sich ändernde informationstechnische Randbedingungen wie bspw. neue Hardware vornehmen, und neuen Anforderungen und Wünsche von Seitens der Anwender wie bspw. neue Funktionalitäten gerecht werden (Balzert, 2000).

Die Phase der Anwendung und Wartung setzt sich aus unterschiedlichen Aufgabenbereichen und Aspekten zusammen, die einerseits technische, organisatorische und fachliche Fragestellungen aufgreifen, andererseits aber auch die Anwendung der Software und das Änderungsmanagement überwachen und auditieren.

Im Einzelnen handelt es sich hierbei um die

- Wartung und Pflege der Software,

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- das Änderungsmanagement sowie
- IT-Systemaudit und Systemreview.

In der Wartung werden Fehler und Ursachen, die während des Betriebs der Software auftreten, lokalisiert und behoben. Dies ist ein ereignisgesteuerter Vorgang, der sich auf die eigentliche Implementierung konzentriert, also das Programm. Des weiteren werden in der Pflege benötigte Änderungen und Erweiterungen durchgeführt. Grundlage ist ein Änderungs- oder Erweiterungswunsch. Änderungen können dabei die Softwaredefinition, deren Funktionalität oder die Implementierung betreffen. Im Gegensatz zur Wartung ist sie planbar (Balzert, 2000).

Aus umweltfachlicher Sicht ist regelmäßig zu überprüfen, ob die informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrolling alle relevanten Umweltaspekte der unternehmerischen Leistung abdeckt. Aus informationstechnischer Sicht ist kontinuierlich zu prüfen, ob sich Änderungen in der unternehmerischen IT-Struktur ergeben haben (beispielsweise neues Release des ERP-Systems, Variante, …), die Anpassungen erforderlich machen. Aus organisatorischer Sicht sind Verantwortlichkeiten und die Integration des Systems in die Aufbau und Ablauforganisation auf die Gewährleistung eines prozesssicheren Ablaufes hin zu überprüfen.

Für Wartung und Pflege sind sowohl regelmäßige Routinen notwendig, um die informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrollingmodul anzupassen und zu erweitern, als auch definierte Prozesse, zur Stabilisierung und Optimierung bei auftretenden Störungen dienen. In der Praxis wird beispielsweise ein regelmäßiges halbjährliches Treffen des Projektteams/ Kontrollgremium angesetzt, welches anhand einer Checkliste notwendige Änderungen und Erweiterungen erfasst, deren Priorität festlegt und einen Umsetzungskonzept erstellt. Die Pflege kann auch Teil des betrieblichen Vorschlagswesen sein oder in den Kontinuierlichen Verbesserungsprozess des Unternehmens (KVP) integriert werden.

Für unerwartete Wartungsarbeiten, besonders bei auftretenden Fehlern, sind Verantwortlichkeiten zu definieren, die den Empfang und die Bearbeitung einer Fehlermeldung steuern. Insbesondere ist zu klären, bei welchen Fragestellungen die Umweltfachabteilung und das Controlling mit einbezogen werden müssen.

Zu den Aufgaben eines Änderungsmanagements gehören das Erfassen, das Bearbeiten und der Abschluss von Änderungen an der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling. Ziel ist eine effiziente Steuerung und Abarbeitung sowie eine Dokumentation der Änderungen.

Für die Erfassung und Verwaltung von Fehler- und Problemmeldungen, Verbesserungsvorschlägen und Änderungswünschen sind Verantwortlichkeiten zu benennen, die die Meldungen entgegen nehmen und entscheiden, ob es sich dabei um eine Funktionsstörung handelt, die sofort behoben werden muss, oder um eine Anpassung, die im Rahmen der Pflege bearbeitet werden kann (Sommerville, 2001).

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Mit der Dokumentation und der Information aller Betroffenen wird die Änderung abgeschlossen. Für die Information der Betroffenen sind entsprechende Kommunikationswege und -verteiler (Email, Intranet, Aushang, …) zu definieren. Ebenso muss das Kontrollgremium in andere Informationsverteiler aufgenommen werden, die wichtige Informationen für seine Belange enthalten.

Neben der Implementierung von Prozessen und Verantwortlichkeiten für die Wartung und Pflege ist ein regelmäßiges IT-Systemaudit und Systemreview notwendig, um die Funktionsfähigkeit des Instruments zu gewährleisten.

Das Systemaudit ist prozessbezogen und prüft das Vorhandensein und die Einhaltung von Vorschriften und Anweisungen zum Einsatz und zum Änderungsmanagement der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling. Das Systemaudit kann in bestehende Auditierungsvorgänge integriert werden (Heinrich, 1997).

Reviews sind hingegen produktbezogene, statische und analytische Maßnahmen des Qualitätsmanagement mit der Aufgabe, die vorhandene informationstechnische Unterstützung zu analysieren, bewerten und kommentieren.

9.4.10 Fazit

Die fortgeschrittene Entwicklung betrieblicher Informationssysteme erlaubt mittlerweile eine integrierte informationstechnische Unterstützung von Umweltcontrollinginstrumenten neben anderen Standardfunktionalitäten, wie z. B. der Unterstützung der Warenwirtschaft oder Produktionsplanung. Verschiedene Möglichkeiten einer solchen Unterstützung wurden im Forschungsprojekt INTUS erarbeitet.

Bei der Implementierung einer solchen informationstechnischen Unterstützung basierend auf einem oder mehreren vorhandenen Betrieblichen Informationssystemen wie z. B. ERP-Systemen müssen sowohl organisatorische als auch informationstechnische Aspekte berücksichtigt werden. Durch die themenübergreifende Wirkung des betrieblichen Umweltcontrolling sind zumeist unterschiedliche Aufgabenbereiche in einem Unternehmen involviert und Projekte erreichen schnell eine hohe Komplexität. Dadurch ist ein strukturiertes Vorgehen erforderlich. Dazu wurde im Forschungsprojekt INTUS ein Phasenmodell entwickelt. Dieses hier vorgestellte Phasenmodell zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung von Umweltcontrollinginstrumenten auf Basis eines vorhandenen Betrieblichen Informationssystems wurde mit Erfahrungen aus den Umsetzungsprojekten bei den Firmen SCHOTT Glas, Continental TEVES, Ensinger Mineral-Heilquellen und Firma Göhring rückgekoppelt. Das Modell besteht aus neun Phasen und enthält einen starken iterativen Charakter sowie definierte Abbruchkritierien.

Die Praxiserfahrungen aus dem Forschungsprojekt INTUS zeigen, dass ein strukturiertes Vorgehen und die geschickte Einbeziehung der verschiedenen

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Promotoren wesentlich zum Projekterfolg und zur dauerhaften Nutzung von Umweltcontrollinginstrumenten im Unternehmen beitragen kann.

10 Umsetzungsprojekte und ihre Ergebnisse

10.1 Continental Temic: Umweltbilanzen und gezielte Abfragen in SAP R/3

10.1.1 Ausgangssituation bei Continental Temic in Nürnberg

Die Continental Temic Microelectronic GmbH (Temic) gehört über den Konzernbereich Continental Automotive Systems (CAS) zur Continental AG in Hannover. Temic entwickelt und produziert elektronische Bauteile für die Automobilindustrie. Am Standort Nürnberg werden Produkte aus den Produktlinien ‚Antrieb und Fahrwerk' wie z.B. Motormanagement, Getriebesteuerungen, Leistungselektroniken und Fahrwerkselektroniken gefertigt.

Der Standort Nürnberg verfügt seit 1996 über ein nach EMAS und ISO 14001 zertifiziertes Umweltmanagementsystem. Für die Erstellung der betrieblichen Umweltbilanz sowie für die Ermittlung der Verbrauchsmengen für das Gefahrstoffkataster waren bislang Einzelabfragen über Materialnummern bzw. Materialgruppen in SAP R/3 erforderlich. Die Ergebnisse wurden manuell in eine Tabellenkalkulation übertragen.

Ziel des Projektes bei der Temic war es, die in SAP R/3 vorhandenen Daten über Verbrauchsmengen für das Umweltmanagement zu erschließen. Bislang waren aggregierte Abfragen nicht möglich, weil die Gliederung der Materialgruppen an produktionstechnischen Anforderungen ausgerichtet ist und sich daher nur eingeschränkt an den physischen Materialeigenschaften, wie z.B. Stahl und Eisenwerkstoffe, Dickschichtpasten, Reinigungsmittel und Laugen orientiert.

10.1.2 Lösung: Entwicklung eines mehrstelligen Schlüssels zur Ermöglichung von neuen Abfragen

10.1.2.1 Prinzip

Die entwickelte Lösung besteht im wesentlichen in einem mehrstelligen Schlüssel der den Materialien zugeordnet wird und auf den mit dem SAP-Abfragetool „ABAP List Viewer" zugegriffen werden kann. Der Schlüssel wird bei Temic Ökoschlüssel genannt, da er primär für das Umweltmanagement genutzt wird.

10.1.2.2 Aufbau und Ausprägungen des Schlüssels

Der Ökoschlüssel ist ein mehrstelliger, alphanumerischer, sprechender Schlüssel, der den Materialien in den Stammdaten zugeordnet wird. Der Schlüssel unterscheidet die folgenden Merkmale:

- Materialtyp: Er beschreibt den produktionstechnischen Charakter der Teile, wie z.B. Normteile, Zeichnungsteile, Handelsware.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- Ökokontenrahmenschlüssel: Er gliedert die Materialien entsprechend der Umweltbilanzsystematik. Dabei wurde die Werkstoffklassifizierung des VDA integriert (VDA 1997), die von der Branche für Angabe von Materialzusammensetzungen verwendet wird (Tec4U o. J., Beispiel: Buntmetalle – Kupferlegierungen, Säuren, Laugen).

- Umwelteigenschaften: Er ordnet den Materialien die ggf. vorhandenen Umwelteigenschaften zu. Unterschieden werden dabei Stoffeigenschaften, die im Gefahrstoffrecht berücksichtigt und spezifische Umwelteigenschaften, die von TEMIC definiert werden.

Tabelle 11: Aufbau des Schlüssels

X2		**Y1**	**Y2**	**Y3**		**U1**	**U2**	**U3**	**U4**	**U5**	**U6**		**A**		**U10-15**
Materialtyp		Ökokontenrahmenschlüssel				Klassische Umwelteigenschaften laut Gefahrstoffgesetzgebung							Aggregatzustand		TEMIC- bzw. CAS-spezifische Umwelteigenschaften

Die Ausprägungen des Schlüssels sind in Tabelle 11 bis Tabelle 16 dargestellt. Hier wird deutlich, welche Auswertungsmöglichkeiten durch die Einführung des Schlüssels geschaffen werden.

Tabelle 12: Ausprägungen Materialtyp

X
Handelsware
Normteile
Zeichnungsteile
Einwegverpackung
Mehrwegverpackung

Anhand des Materialtyps kann das Umweltmanagement feststellen, ob und zu welchem Grad Temic Einfluss auf die Gestaltung und Zusammensetzung des Materials nehmen kann.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Tabelle 13: Ausprägungen Felder Ökokontenrahmenschlüssel

Y1	Y2	Y3
Stahl und Eisenwerkstoffe (VDA)	Stähle/Stahlguss/Sinterstahl (VDA)	Unlegiert, niedriglegiert (VDA)
		Hochlegiert (VDA)
	Gusseisen (VDA)	Gusseisen mit Lamellengrafit/ Tempergusseisen (VDA)
		Gusseisen mit Kugelgraphit/ Vermiculargraphit (VDA)
		Hochlegiertes Gusseisen (VDA)
...	.....	
Buntmetalle, Guss- und Knetlegierungen (VDA)	Kupfer (VDA)	
	Kupferlegierungen (VDA)	Messing Bronze
	Zinklegierungen (VDA)	
	Nickellegierungen (VDA)	
	Blei	
	Bleilegierungen	Lötmetalle-Barren (bleihaltig) Lötmetalle-Draht (bleihaltig)
	Lötmetalle (bleifrei)	Lötmetalle-Barren (bleifrei) Lötmetalle-Draht (bleifrei)
...	...	...
Dickschichtpasten	Lötpasten	
Reinigungsmittel		
Lösemittel (Verdünner)		
Technische Gase		
Öle und Fette	Öle Fette	
Säuren und Laugen (ohne Galvano)	Säuren	
	Laugen	
Galvanochemikalien	Galvanosäure	
	Galvanolaugen	
	Sonstige Galvanochemikalien	
Sonstige Chemikalien	Flussmittel Laborchemikalien	

Der Ökokontenrahmenschlüssel ermöglicht zum einen eine Sortierung der Materialien entsprechend des Aufbaus der betrieblichen Ökobilanz. Darüber hinaus ermöglicht er gezielte Abfragen nach bestimmten Materialien. In machen Unternehmen könnten hierfür auch die von der Materialwirtschaft gebildeten Materialgruppen verwendet werden. Im Fall Temic wurden die Materialgruppen allerdings nach produktionstechnischen Gesichtspunkten gebildet so dass sie nicht unmittelbar für diese Auswertungen genutzt werden können.

Temic berücksichtigt neben den gesetzlich vorgeschriebenen auch noch unternehmensspezifische Umwelteigenschaften bei der Klassifizierung von umweltrelevanten Einsatzmaterialien.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Tabelle 14: Ausprägungen Feld Aggregatzustand

A
fest pulverförmig pastös flüssig gasförmig

Tabelle 15: Ausprägungen Felder - Klassische „gesetzliche“ Umwelteigenschaften

U1 Gefahren (GefStoffV)	U2 Gefahren (GefStoffV)	U3 Entzündlichkeit (BetrSichV[33])	U4 Wasser gefährdungsklasse	U5	U6
explosionsgefährlich (E) brandfördernd (O) hochentzündlich (F+) leichtentzündlich (F) sehr Giftig (T+) giftig (T) gesundheitsschädlich (Xn) ätzend (C) reizend (Xi) umweltgefährlich (N) geprüft: kein Gef-Kennz. erforderlich (-)	wie U1	hochentzündlich leichtentzündlich entzündlich geprüft: nicht entzündlich gemäß BetrSichV (-)	WGK 1 WGK 2 WGK 3	ggf. zu ergänzen	ggf. zu ergänzen

Tabelle 16: Ausprägungen Felder - temicspezifische Umwelteigenschaften

U10 Lösemittelgehalt	U11 Schwermetallhaltig	U12 Edelmetallhaltig	U13 Flammhemmer	U14, U15	Bemerkung
numerisches Feld, % Werte von 0,1 bis 100	Cd Pb Pb und Cd Hg Cr Sonstige Schwermetalle	Ag Au Pt Pd Ag/Pd Ag/Pt Sonstige Edelmetalle	PBD PBDE PBT sonstige Flammhemmer	(offen für Erweiterungen)	alle nicht hierarchisch!

[33] Betriebssicherheitsverordnung

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.1.2.3 Ablage des Schlüssels in SAP R/3

Die Merkmale Materialtyp und Kontenrahmenschlüssel werden als SAP-Klassifikation im SAP-Modul MM (Material Management) geführt und gespeichert. Die Merkmale des Schlüssels für die Umwelteigenschaften werden im SAP-Modul EH&S (Environment, Health & Safety) abgelegt (Abbildung 19).

Diese Aufteilung des Schlüssels auf zwei unterschiedliche Module begründet sich folgendermaßen: Wenn SAP EH&S für das Gefahrstoffmanagement verwendet wird, werden dort die klassischen Gefahrstoffeigenschaften wie Giftigkeit, Wassergefährdungsklasse etc. verwaltet. Auf diese Daten kann zurückgegriffen werden. Allerdings werden in dem EH&S Modul entweder nur Gefahrstoffe oder allenfalls (wie z.B. bei der Firma Temic) nur Hilfs- und Betriebsstoffe (OPSU in der SAP-Klassifikation) verwaltet. Rohstoffe, Verpackungen und andere Einsatzmaterialien (RAW in der SAP-Klassifikation) werden üblicherweise nicht im EH&S Modul verwaltet. Diese Materialien haben aber, bis auf wenige Ausnahmen[34], auch keine der im EH&S Modul abgelegten Umwelteigenschaften.

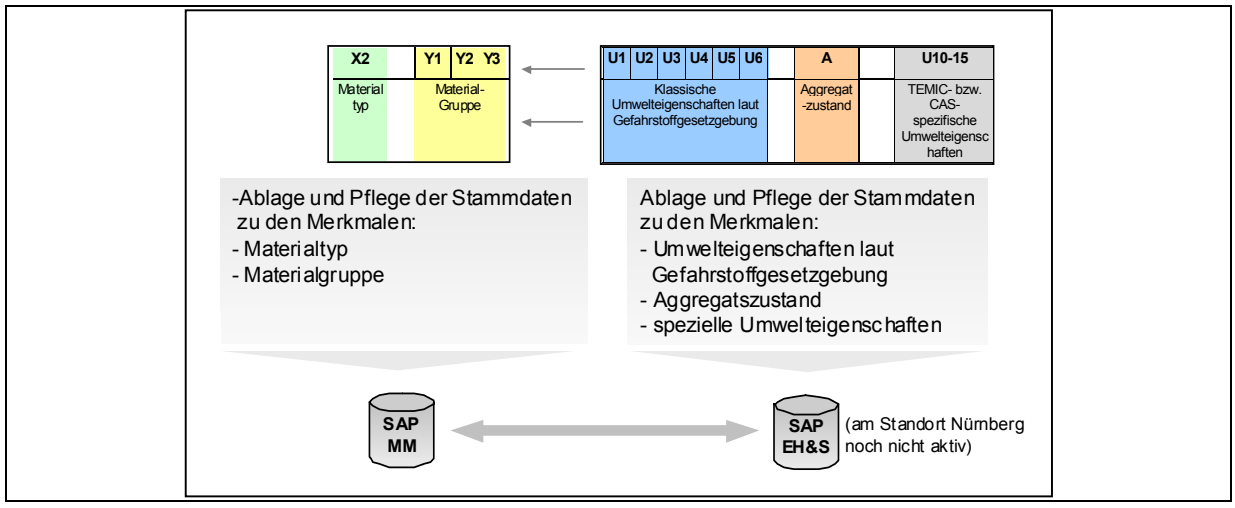


Abbildung 19: Ablage und Pflege der Daten des Ökoschlüssels mit Merkmalsausprägungen

10.1.2.4 Auswertungen mit Hilfe des Ökoschlüssels

Die Auswertungen über den Ökoschlüssel erfolgen als flexible Abfrage über die oben beschriebenen Merkmale. Für die Auswertungen können alle im Ökoschlüssel enthaltenen Merkmale frei kombiniert und über definierbare Zeiträume abgefragt werden. Für die Abfragen wird der ABAP List Viewer genutzt. Dabei handelt es sich um ein Kontrollelement innerhalb von SAP R/3 zur Aufbereitung, Vereinheitlichung und Anzeige von Listen. Mit dem ABAP List Viewer können Anzeigevarianten von Spaltenformaten, Sortierungskriterien und Filterbedingungen für spezifische Nutzer abgespeichert

[34] Die wenigen RAW Materialien, die besonders umweltrelevant sind und entsprechende Umwelteigenschaften aufweisen sind im EH&S Modul aufzunehmen.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

werden. Auf diese Weise können auch vordefinierte Abfragen beispielsweise für die Inputmengenermittlung im Rahmen der Umweltbilanz erstellt werden.

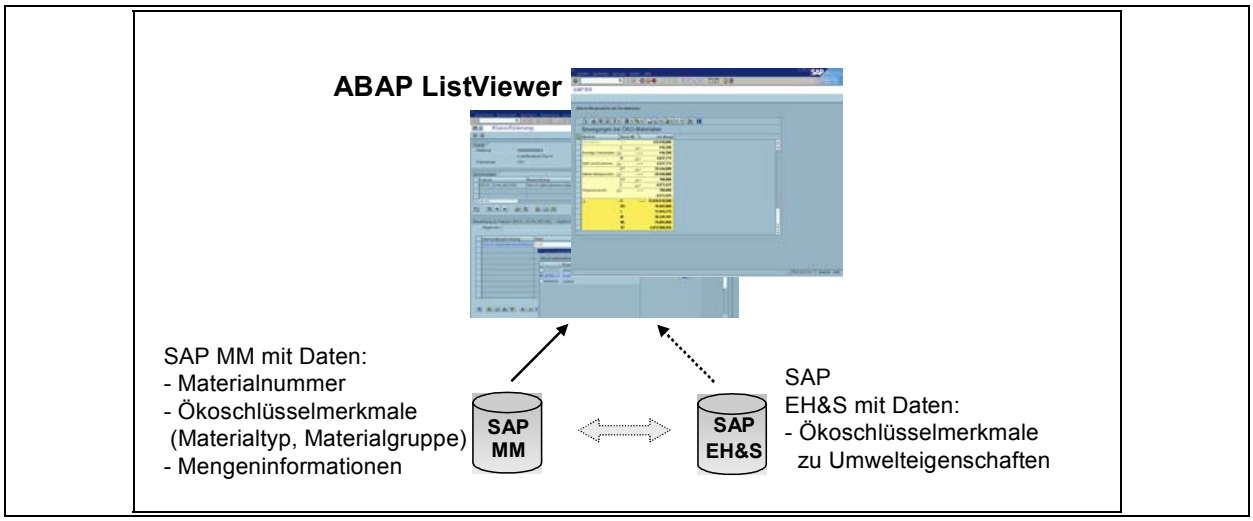


Abbildung 20: Auswertung über den Ökoschlüssel mit dem ABAP List Viewer

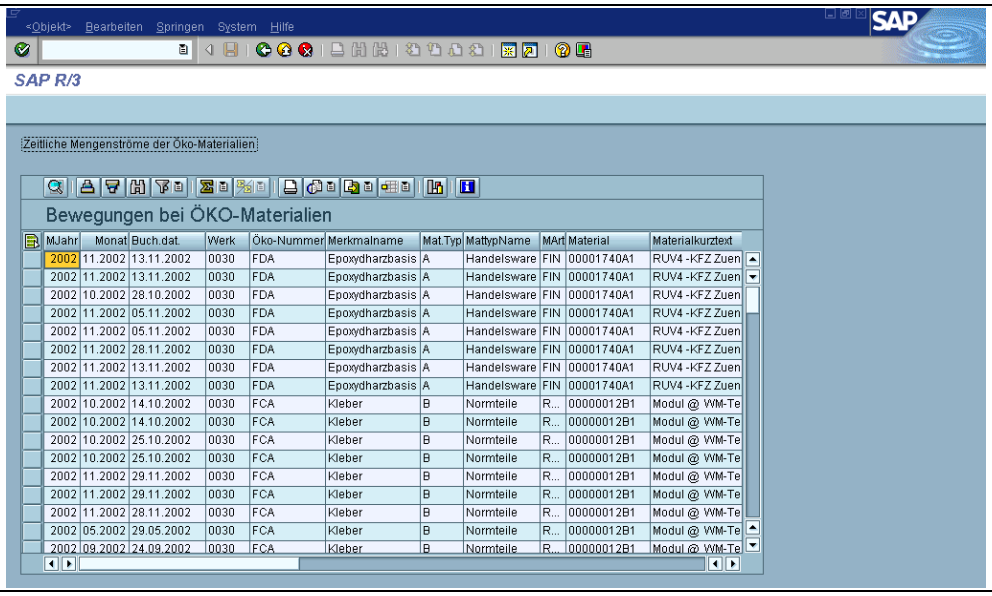
Ergebnis der Auswertungen mit dem ABAP List Viewer sind Summendarstellungen über definierte Verbräuche als Listen. Diese können zur weiteren Auswertung und graphischen Bearbeitung exportiert werden. Wie in Abbildung 20 deutlich wird, wird dabei sowohl auf Daten aus dem SAP EH&S Modul als auch auf Daten aus SAP MM zugegriffen.

Der Ökoschlüssel wird für die folgenden Abfragen und Analysen genutzt:

- Erstellung der Umweltbilanz: Eine entsprechende Abfrage wurde als feste Einstellung im ABAP List Viewer realisiert (siehe Abbildung 21). Die Erstellung der Inputmengenabfrage für zukünftige Umweltbilanzen am Standort kann damit wesentlich effizienter und zeitnaher erfolgen.

- Analyse Verbrauchsentwicklung umwelt-/arbeitsschutzrelevanter Materialien: Für die Analyse der Verbrauchsentwicklung relevanter Materialien wurden mehrere Standardabfragen entwickelt. Zusätzlich können die Nutzer in dem Abfragemodul eigene problemspezifische Abfragen gestalten. Diese Funktion soll insbesondere für die Verfolgung spezifischer Verbrauchmengenentwicklungen (z.B. VOC, Schwermetalle) genutzt werden.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS



MJahr	Monat	Buch.dat.	Werk	Öko-Nummer	Merkmalname	Mat.Typ	MattypName	MArt	Material	Materialkurztext
2002	11.2002	13.11.2002	0030	FDA	Epoxydharzbasis	A	Handelsware	FIN	00001740A1	RUV4 -KFZ Zuen
2002	11.2002	13.11.2002	0030	FDA	Epoxydharzbasis	A	Handelsware	FIN	00001740A1	RUV4 -KFZ Zuen
2002	10.2002	28.10.2002	0030	FDA	Epoxydharzbasis	A	Handelsware	FIN	00001740A1	RUV4 -KFZ Zuen
2002	11.2002	05.11.2002	0030	FDA	Epoxydharzbasis	A	Handelsware	FIN	00001740A1	RUV4 -KFZ Zuen
2002	11.2002	05.11.2002	0030	FDA	Epoxydharzbasis	A	Handelsware	FIN	00001740A1	RUV4 -KFZ Zuen
2002	11.2002	28.11.2002	0030	FDA	Epoxydharzbasis	A	Handelsware	FIN	00001740A1	RUV4 -KFZ Zuen
2002	11.2002	13.11.2002	0030	FDA	Epoxydharzbasis	A	Handelsware	FIN	00001740A1	RUV4 -KFZ Zuen
2002	11.2002	13.11.2002	0030	FDA	Epoxydharzbasis	A	Handelsware	FIN	00001740A1	RUV4 -KFZ Zuen
2002	10.2002	14.10.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te
2002	10.2002	14.10.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te
2002	10.2002	25.10.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te
2002	10.2002	25.10.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te
2002	11.2002	29.11.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te
2002	11.2002	29.11.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te
2002	11.2002	28.11.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te
2002	05.2002	29.05.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te
2002	09.2002	24.09.2002	0030	FCA	Kleber	B	Normteile	R...	00000012B1	Modul @ WM-Te

Abbildung 21: Ergebnis einer Input- Auswertung mit dem ABAP List Viewer

10.1.3 Implementierung

Die Implementierung des Ökoschlüssels bei der Continental Temic erforderte sowohl informationstechnische als auch organisatorische Maßnahmen. Diese wurde im Rahmen projektbegleitender Workshops entwickelt und in einem Konzept zusammengefasst. Die wichtigsten Schritte der informationstechnischen und organisatorischen Umsetzung des Ökoschlüssels sind im Folgenden kurz beschrieben:

10.1.3.1 Informationstechnische Implementierung

Für die technische Realisierung des Ökoschlüssels wurden folgende Arbeitsschritte durchlaufen:

1. Zuordnung des Ökoschlüssels zu Materialgruppen: Der Ökoschlüssel wurde einmalig den in SAP R/3 mit einer Materialnummer geführten Materialien zugeordnet. Dabei wurde schrittweise vorgegangen. Zunächst erfolgte eine Zuordnung des Schlüssels zu den Warengruppen, die im Sinne der Ökoschlüsselsystematik homogen sind. Dieser Schritt erfolgte mit Hilfe einer Tabellenkalkulationssoftware.

2. Zuordnung des Ökoschlüssels zu Materialnummern: Wo eine Zuordnung via Materialgruppe nicht möglich war, wurde ebenfalls mit einer Tabellen-kalkulationssoftware der Schlüssel in den inhomogenen Warengruppen direkt den Materialnummern, also den einzelnen Materialien zugewiesen.

3. Upload der Zuordnungstabellen in das SAP-Testsystem: Das Laden der in den Schritten 1. und 2. erstellten Zuordnungstabellen in SAP

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

R/3 sowie die Zusammenstellung der im nachfolgenden Abschnitt beschriebenen Auswertungen erfolgte mit Hilfe von ABAP's[35]. Zunächst wurden die Zuordnungstabellen in das SAP-Testssystem am Standort Nürnberg geladen.

4. Einrichtung von Materialbewegungstypen: Für die tatsächlichen Verbrauchsmengenanalyse auf Basis des Ökoschlüssels wurden die in SAP R/3 definierten Bewegungsarten genutzt. Im SAP-System von TEMIC wird eine Vielzahl an Bewegungsarten unterschieden, von denen jeweils nur ein Teil berücksichtigt werden muss, um eine Aussage z.B. zu den Verbräuchen zu erhalten. Für die Verbrauchsmengenanalysen wurden die Bewegungsarten zu den folgenden Kategorien zusammengefasst:

   - Zugänge
   - Verbrauch
   - Abgang
   - Inventurdifferenz

   Über diese Bewegungskategorien werden Doppelzählungen bei der Berechnung der Abfragen vermieden. So wird z.B. sicher gestellt, dass in die Ermittlung der Verbrauchsmengen nicht verbrauchsneutrale Lagerbewegungen eingerechnet werden.

5. Definition von typischen Abfragen über den Ökoschlüssel: Um die Abfrage- und Auswertungsmöglichkeiten des Ökoschlüssels zu testen, wurden typische Abfragen, wie z.B. die Ermittlung der Verbrauchsmenge VOC-haltiger oder schwermetallhaltiger Betriebs- und Hilfsstoffe definiert.

6. Probelauf im Testsystem: Durch eine Reihe von Plausibilitäts- und Funktionalitätstests wurden der Ökoschlüssel und die über ihn realisierbaren Abfragen getestet. Dabei konnten vor allem Fehlzuordnungen des Ökoschlüssels behoben und Korrekturen in den Materialstammdaten vorgenommen werden.

7. Übertragung in das Livesystem SAP R/3: Nach ausführlichen Tests wurde der Ökoschlüssel in das Livesystem SAP R/3 am Standort übernommen.

Während die konzeptionellen Arbeiten für die Umsetzung des Ökoschlüssels durch die wissenschaftlichen Partner und die Continental Temic erarbeitet wurden, erfolgte die softwaretechnische Implementierung in SAP R/3 durch die interne DV-Abteilung der Continental Temic. Der Aufwand für die Programmierung lag bei ca. fünf Arbeitstagen. Zusätzlich wurde durch Conti-

[35] ABAP's sind Softwareprogrammen die in der SAP- eigenen Programmiersprache ABAP (Advanced Business and Application Programming) geschrieben wurden.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

nental Temic eine umfangreiche Anwenderdokumentation für den Umgang mit dem Ökoschlüssel erstellt.

Viel Arbeitszeit war für die Gestaltung des Schlüssels (Aufbau der Schlüsselfelder) und die Definition der verschiedenen Merkmalsausprägungen (mögliche Inhalte der Schlüsselfelder) erforderlich, da einerseits eine hohe Auswertungsflexibilität und andererseits eine Kompatibilität zu bestehenden Gliederungssystemen angestrebt wurde.

Bedeutend mehr Arbeitsaufwand lag jedoch bei der Zuordnung der neuen Merkmale zu den Materialien. Es wurde zwar vorgesehen die Schlüsselausprägungen über Materialgruppen zuzuweisen, aber dies erforderte in mehreren Fällen zunächst eine Überprüfung und Anpassung der Materialgruppenzuordnungen, da im den Stammdaten zum Teil falsche Zuordnungen abgelegt waren.

Das größte Problem stellte und stellt bis heute die Uneinheitlichkeit der verwendeten Mengeneinheiten dar. So wurden beispielsweise unterschiedliche Farben teilweise in Liter und teilweise in Gramm erfasst (

Tabelle 17). Prinzipiell ermöglicht SAP die Ablage von unterschiedlichen Mengeneinheiten und Umrechnungsfaktoren. Die nachträgliche Pflege dieser Daten ist bei über 10.000 erfassten Materialien in den Stammdaten allerdings allenfalls sukzessive machbar. Zunächst gilt es daher bei der Aufarbeitung der Stammdaten sich auf die besonders umweltrelevanten Materialien, also vorwiegend auf die Hilfs- und Betriebsstoffe zu konzentrieren. Es wird davon ausgegangen, dass im Rahmen der Einführung des IMDS Systems[36] sich die Situation bei den Stammdaten in absehbarer Zeit wesentlich verbessern wird.

Tabelle 17: Unterschiedliche Basismengeneinheiten (Auszug)

Stoffklasse	**Basismengeneinheiten**	**Bemerkung**
Kleber	gr./ kg	In den meisten Fällen gr. nur ein Mal kg
Lacke (VDA)	gr./ l	i.d.R. gr., aber auch l
Lösemittel (Verdünner)	kg / ml	überwiegend ml, zum Teil kg
....	....	..

[36] IMDS= Internationales Materialdatensystem

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.1.3.2 Organisatorische Implementierung

Nach der einmaligen Zuordnung des Ökoschlüssels zu den Materialstammdaten galt es, die Zuordnung des Schlüssels im Rahmen der Einführung von neuen Materialien sicher zu stellen. Hierfür wurden die Arbeitsabläufe bei der Einführung von neuen Materialien überarbeitet und angepasst. Abhängig vom Typ des Materials kann die Beschaffung nach unterschiedlichen Abläufen erfolgen. Im Rahmen der organisatorischen Umsetzung des Ökoschlüssels wurde somit eine Anpassung von Abläufen des Gefahrstoffmanagements sowie des Einkaufs notwendig.

Die Vergabe des Ökoschlüssels für Gefahrstoffe erfolgt durch den Umweltmanager am Standort. Alle Gefahrstoffe müssen zunächst von einem Gefahrstoffausschuss geprüft werden. Das Freigabeformular wurde um den Ökoschlüssel ergänzt. Auf dieses Formular greift der Umweltmanager bei der späteren Anlage der SAP Klassifizierungssicht zurück. Das Verfahren ist extrem schlank und kommt ohne aufwändige Dokumentation aus. Bis auf den Umweltmanager muss sich keine weitere Person mit dem Ökoschlüssel befassen.

Bei der Einführung neuer RAW-Materialien (Rohstoffe, Verpackungen und andere Einsatzmaterialien) müssen nur die Ausprägungen für die Felder 1-4 des Schlüssels, also Materialtyp und Ökokontenrahmenschlüssel bestimmt werden. Diese Aufgabe liegt bei dem jeweiligen Standort, der das neue Material einführen will. Die beantragende Stelle muss bei der Einführung eines neuen RAW-Materials bereits heute das Formular „Materialstammdatenblatt“ ausfüllen. Dieses Formular wird um eine Tabelle erweitert, in der die zutreffenden Ökoschlüsselmerkmale angekreuzt werden können.

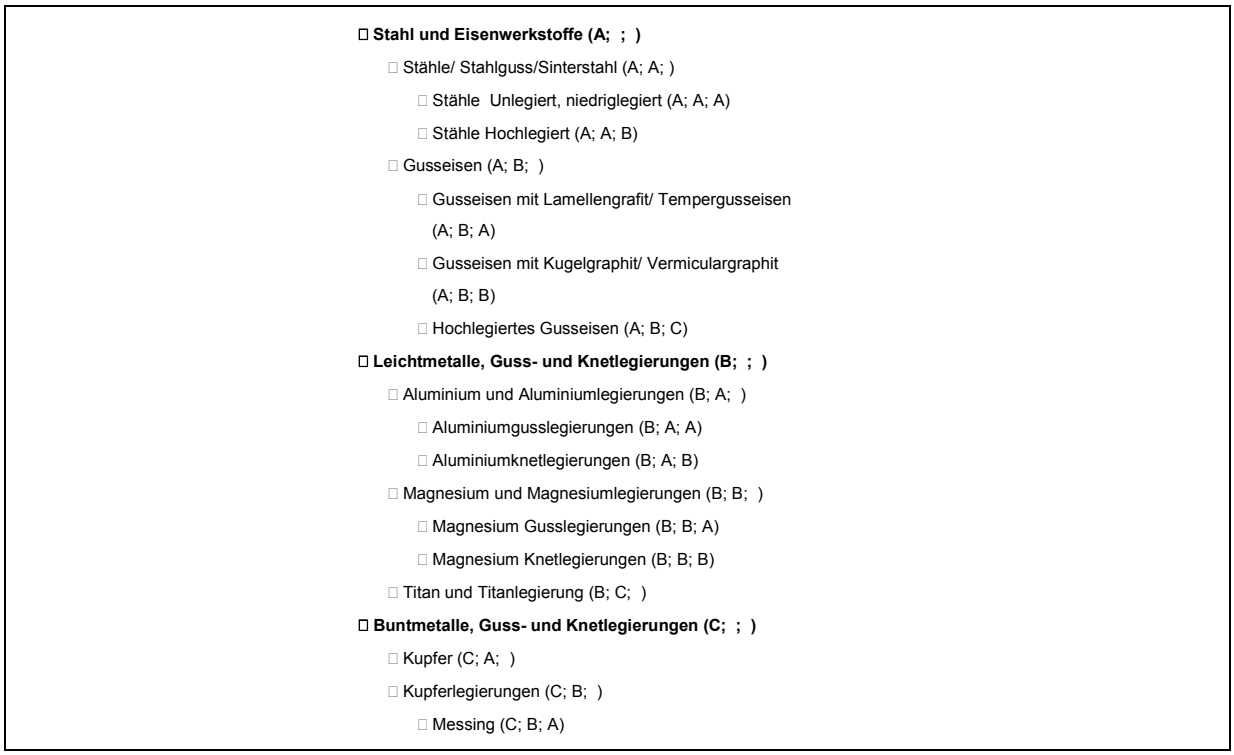


Abbildung 22: Ankreuztabelle Ökoschlüsselmerkmale (Auszug)

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Die Zuordnung des Ökoschlüssels erfolgt durch die beantragende Stelle des Standorts durch Ankreuzen der entsprechenden Merkmale in der Tabelle. Bei Unsicherheiten wird ein Fragezeichen (?) angegeben.

Das Formular „Materialstammdatenblatt“, in das die Tabelle integriert ist, wird an die TEMIC-Zentrale Nürnberg weitergeleitet. Dort können die enthaltenen Materialstammdaten gemeinsam mit den anderen Stammdaten erfasst werden.

10.1.3.3 Roll out

Eine Einführung des Ökoschlüssels für den Konzernbereich Continental Automotive Systems steht derzeit noch aus. Sie ist u.a. auch von einer konzernweiten Nutzung von SAP EH&S für das Gefahrstoffmanagement sowie der Einführung des internationalen Materialdatensystem (IMDS) der Automobilindustrie abhängig. Da es Überschneidungen von Merkmalen des Ökoschlüssels und denen von IMDS gibt, müssen hier nach der Einführung von IMDS konzernweit tragfähige Lösungen entwickelt werden.

Grundsätzlich besteht bei den Umweltmanagern von Continental Temic die Absicht das System konzernweit einzuführen. Man möchte so Effizienzvorteile bei den Standortverwaltungen realisieren, Synergien zum IMDS System nutzen und schließlich eine Basis für die konzernweite Umweltbilanzierung schaffen.

10.1.4 Fazit

Das im Rahmen des Forschungsprojekt INTUS bei der Firma Continental Temic durchgeführte Vorhaben zeigt, dass in Enterprise Resource Planning (ERP)- Systemen wie SAP R/3 eine Vielzahl für das Umwelt-/Arbeitsschutzmanagement relevante Informationen enthalten sind. Dazu zählen nicht nur offensichtliche Daten, wie z.B. Gefahrstoffe, sondern auch Daten zu Verbrauchsmengen. Diese werden im Rahmen vieler Bilanzierungspflichten und bei Analyse- und Kontrollaufgaben als Teil des betrieblichen Umwelt-/Arbeitsschutzmanagements benötigt. Oftmals existieren in den ERP-Systemen auch kleinere Module zur Unterstützung von einzelnen Aufgaben des betrieblichen Umweltmanagements, so z.B. Gefahrstoff- oder Abfallmanagement. Ein gezieltes Bilanzieren über umweltrelevante Materialverbräuche und Verbrauchsmengen ist jedoch bislang nicht möglich. Für viele Aufgaben des betrieblichen Umweltmanagements sind ERP-Systeme und die in ihnen enthaltenen Daten nicht nutzbar.

Das Vorhaben konnte zeigen, dass durch die Einführung eines Ökoschlüssels vorhandene Daten aus dem ERP-System für die Erstellung der Umweltbilanz und für die flexible Analyse von Verbrauchsmengenentwicklungen umwelt-/arbeitsschutzrelevanter Einsatzmaterialien erschlossen werden können. Bei der informationstechnischen Umsetzung in SAP R/3 konnte zudem auf vorhandene Logiken und Techniken der Software zurückgegriffen werden. Der Aufwand für die tatsächliche Programmierung konnte dadurch gering gehalten werden. Der Schwerpunkt im Vorhaben lag auf den notwendigen konzeptionellen Arbeiten, um die fachlichen Anforderungen aus dem

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Umweltmanagement und die informationstechnische Umsetzung in einem schlüssigen Gesamtkonzept zusammenzufassen.

Mit der Umsetzung des Ökoschlüssels in SAP R/3 wurde in mehrfacher Hinsicht Neuland betreten. Zum einen stellt dieser einen neuen Ansatz für die Nutzung umwelt-/ arbeitsschutzrelevanter Daten in SAP R/3 dar. Es werden Stammdaten aus SAP MM für die Auswertung genutzt. Zum anderen würden sich aus einer Nutzung von SAP EH&S für das betriebliche Gefahrstoffmanagement weitere Potentiale für Auswertungen nach dem Ökoschlüssel ergeben. Über einen Bezug von werkstoffbezogenen Daten zu Produktstücklisten könnte zudem ein Schritt von der standort- oder werksbezogenen Bilanz zur produktbezogenen Bilanz vollzogen werden. Die summarische Erfassung von Stoffen über einen Zeitraum für ein spezifisches Produkt oder pro Kunde können so realisiert werden – ein erster Schritt für die Erstellung von Sachbilanzen im Rahmen einer Produktökobilanz.

Durch das Vorhaben konnte auch gezeigt werden, dass die Nutzung vorhandener Daten für das betriebliche Umweltmanagement in mehrfacher Hinsicht zu einer effizienten Informationsbereitstellung beiträgt. Zum einen konnte der zeitliche und personelle Aufwand für die Erstellung von Umweltbilanzen und die Verbrauchsmengenentwicklung spezifischer Materialien deutlich verringert werden. Zum andern stehen die Auswertungen verschiedenen Nutzern zur Verfügung bzw. können leicht in Berichten weiterverarbeitet werden. Das Vorhaben konnte zudem zeigen, dass es noch ein großes Potential für die Nutzung umweltrelevanter Daten aus ERP-Systemen gibt und entsprechende Auswertungen bei Bedarf ausgebaut werden können.

Grundsätzlich werden folgende Vorteile durch das Zusammenführen und Strukturieren umweltrelevanter Verbrauchs- und Mengendaten in betrieblichen Informationssystemen ermöglicht:

- Identifikation von Ineffizienzen und unerwünschten Trends: Das gezielte Monitoring einzelner Verbrauchsmengen ist Voraussetzung für die Bewertung der Produktion nach ökonomischen und ökologischen Zielsetzungen. So kann beispielsweise der zunehmende spezifische Verbrauch eines Betriebsstoffs ein Hinweis für Ineffizienzen im Produktionsverfahren sein. Im ungünstigsten Fall können diese auch unmittelbare rechtliche Konsequenzen haben.

- Erfüllung von Berichts- und Überwachungspflichten: Einige gesetzliche Vorschriften erfordern die Überwachung, Bilanzierung und Dokumentation von Verbräuchen umweltrelevanter Materialien, so z.B. das Gefahrstoffrecht (z.B. TRGS 440 2001), das Arbeitsschutzrecht (z. B. BetrSichV 2002) oder die Lösemittel-Verordnung (vgl. 31. BImSchV 2001).

- Effiziente Informationsbereitstellung: Das Zusammenführen und Strukturieren umweltrelevanter Informationen für die Zusammenstellung eines Gefahrstoffkatasters oder die Erstellung von betrieblichen Umweltbilanzen ist oft mit hohem personellem und organisatorischem Aufwand verbunden. Daten müssen aus unterschiedlichen

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Quellen zusammengetragen, auf Konsistenz geprüft und verarbeitet werden. Durch ein Zusammenführen und Strukturieren der Daten im ERP-System kann der Aufwand für diesen Vorgang erheblich reduziert werden. Zugleich können damit neue informationstechnische Grundlagen für solche Analysen und Auswertungen geschaffen werden, die bislang aufgrund des zu hohen Arbeitsaufwands nicht durchgeführt werden konnten.

Interessant ist auch das Potential, welches durch die mögliche Nutzung von SAP EH&S für weitere Auswertungen relevanter Merkmale entstehen könnte. Dies zeigt die Nutzung von SAP EH&S im Rahmen des IMDS bei Temic. In Zusammenarbeit mit einem Entwicklungspartner wurde bei Continental Automotive Systems ein Modul entwickelt und weltweit eingeführt, das eine effiziente Verarbeitung von Werkstoffdaten im Rahmen von SAP EH&S ermöglicht. Über eine XML[37]-Schnittstelle können Werkstoffdaten zu den Produkten aus SAP EH&S heraus für die IMDS-Datenbank zur Verfügung gestellt werden. Das entwickelte Konzept für ein internes Werkstoffdatenmanagement in EH&S stellt in Zusammenhang mit der Schnittstelle zu der IMDS-Datenbank eine Pilotanwendung in der Automobilzulieferbranche dar. Die Anwendung wird mittlerweile als branchenspezifisches Produkt für eine Erweiterung von SAP EH&S von dem Entwicklungspartner der CAS angeboten.

10.2 SCHOTT GLAS: Umweltkennzahlensystem in SAP R/3

10.2.1 Ausgangssituation bei SCHOTT GLAS in Mainz

Die SCHOTT GLAS ist ein über die Schott-Gruppe in die Carl-Zeiss Stiftung eingebundenes Unternehmen. Neben dem in Mainz befindlichen Hauptwerk gehören zu den Schott Glaswerken die Werke Landshut und Wiesbaden. Bei einem Jahresumsatz von ca. 500 Mio. Euro wird eine Exportquote von ca. 65% erreicht.

Die SCHOTT GLAS am Standort Mainz verfügt mit rd. 4600 Mitarbeitern über den größten und bedeutendsten Produktionsstandort der gesamten Schott Gruppe. Er ist zugleich Sitz der Schott-Gruppenleitung, die von dort aus die weltweiten Aktivitäten der Schott Gruppe koordiniert und steuert. Am Standort Mainz werden Spezialgläser erschmolzen, verarbeitet und veredelt. Produktionstechnisch gliedert sich dies in die Geschäftsbereiche Industrieglas, Fernsehen, Flachglasveredelung, Engineering, Kochflächen, Optik, Electronic Packaging und Faseroptik.

Bereits seit 1995 hat SCHOTT die gesellschaftliche Verantwortung für das unternehmerische Handeln in das Unternehmensleitbild integriert. Daraus abgeleitet wurde ein Integriertes Managementsystems Sicherheit und Umweltschutz (IMSU) in der Gruppe eingeführt.

[37] XML ist eine Meta-Programmiersprache, die auf der Grundlage des ISO-Standards SGML entwickelt wurde. XML ist W3C-Standard (vgl. www.w3.org/XML/) und somit firmen- und plattformunabhängig.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Für eine langfristige und stetige Verbesserung des Umweltschutzes und eine regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit des IMSU sollte ein Umweltkennzahlensystem bereit gestellt werden. Zur Erfüllung gesetzlicher Auflagen wurden bereits zu einem früheren Zeitpunkt mit Arbeitssicherheits- und Umweltkennzahlen gearbeitet. Diese Kennzahlen dienten jedoch in der Mehrzahl dem Nachweis der Einhaltung bestimmter Grenzwerte. Sie waren nicht geeignet, als Mess- und Steuerungsgröße in umweltrelevanten Projekten einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu unterstützen.

Darüber hinaus fehlte ein durchgängiges, in sich konsistentes Betriebliches Umweltinformationssystem (BUIS), das den händischen Erfassungsaufwand reduziert, Doppelerfassungen vermeidet und eine zielgerichtete unternehmensinterne Kommunikation entscheidungsrelevanter Informationen zum geeigneten Zeitpunkt sicherstellen konnte.

10.2.2 Lösung: Entwicklung eines Umweltkennzahlensystems

10.2.2.1 Prinzip

Unter Berücksichtigung des Forschungsstands in der Fachliteratur und der im Rahmen des Vorhabens durchgeführten internen Analysen am Standort Mainz wurde ein Umweltkennzahlensystem entwickelt, das alle für das Unternehmen SCHOTT Glas relevanten Umweltaspekte berücksichtigt. Das Kennzahlensystem kann für alle Unternehmensbereiche verwendet werden.

Das Umweltkennzahlensystem ist thematisch nach folgenden Bereichen gegliedert

- Emission: Kennzahlen zu Schadstoffemission: NOx, SOx, CO2 und Staub.
- Medien: Kennzahlen zu Wasserbezug (Frischwasser) und -verbrauch (Abwasser) sowie Medien-/ Energieverbrauch.
- Abfall: Kennzahlen zu Abfallmengen.
- Recycling: Kennzahlen zu Fremdscherbenrecycling, Eigenscherbeneinsatz, Wärmerückgewinnung, Wasserrückgewinnung und Filterstaubeinsatz.
- Umweltschutzkosten: Kennzahlen zu den Kosten von Luftreinhaltung und Wasserrückgewinnung, Regiekosten Umweltschutz und Kosten durch Innenleistungsaufträge im Umweltschutz.
- Umweltinvestitionen: Kennzahlen zu den Investitionskosten im Umweltschutz/ in Umweltanlagen.
- Arbeitssicherheit: Kennzahlen zu 1000-Mann Quote, Unfälle und Ausfall-Kosten.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Innerhalb der einzelnen Themenbereiche (z.B. Arbeitssicherheit) werden unterschiedliche Betrachtungsgegenstände (z.B. Arbeitsunfälle) unterschieden, die ggf. weiter differenziert werden (meldepflichtige Betriebsunfälle) und schließlich mit absoluten und mit relativen Kennzahlen beschreiben werden können.

Diese Gliederungssystematik wird über einen Schlüssel abgebildet. Der Schlüssel verwendet in Anlehnung an den Begriff Kostenarten aus der Kostenrechnung den Begriff Kennzahlenarten. Über den Schüssel kann eine Kennzahl eindeutig identifiziert und DV-technisch bearbeitet werden. (Siehe Abbildung 23 und Abbildung 24)

Definition	– – Ebene 1	– – Ebene 2	– – Ebene 3	– – Ebene 4
Beispiel	01	02	01	01
Beispiel	↑ Arbeits-sicherheit	↑ Gesamtunfälle	↑ meldepflichtige Betriebsunfälle	↑ --

Abbildung 23: Aufbau des Schlüssels Umweltkennzahlenart (abb kleiner formatieren!, wie auch schon an andere stelle angemerkt: Besser die Abb. Bezeichnung einheitlich über die Abb stellen)

0201	NOx
02010101	NOx
02010151	NOx pro to geschmolzenes Glas
0202	SO2
02020101	SO2
02020151	SO2 pro to geschmolzenes Glas
0203	CO2
02030101	CO2-Emission durch Stromverbrauch
02030201	CO2-Emission durch Erdgasverbrauch
02030301	CO2-Emission durch Ölverbrauch
02039999	Summe CO2-Emission
02039995	Summe CO2-Emission pro to geschmolzenes Glas
0204	Kaminstäube
02040101	Kaminstäube
02040151	Kaminstäube pro to geschmolzenes Glas
0205	sonstige Stäube
02050101	sonstige Stäube
0206	Kosten für LRH
02060101	Energiekosten LRH-Anlagen
02060151	Energiekosten LRH-Anlagen pro to Glas
02060201	Entsorgungskosten Filterstaub
02060251	Entsorgungskosten Filterstaub pro to

Abbildung 24: Ausschnitt aus dem Kennzahlensystem von Schott

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.2.2.2 Bezugsgrößen

Für das Umweltkennzahlensystem wurden mehrere Bezugsgrößen festgelegt, um auch relative Kennzahlen bilden zu können. Zu den wichtigsten Bezugsgrößen im SCHOTT Umweltkennzahlensystem zählen:

- Produktionsleistungsgrößen, bspw. Durchsatz an der Schmelzwanne in Tonnen
- Kenngrößen aus der Personalwirtschaft, bspw. Anzahl Beschäftigte
- Fixwerte und Faktoren für die Kennzahlberechung, bspw. CO2-Emissionsfaktoren für den Strombezug

10.2.2.3 Zeit- und Ortsbezug

Die Kennzahlen in dem Kennzahlensystem können für unterschiedliche Betrachtungszeiträume gebildet werden. als kleinster Zeitraum wurde ein Monat definiert. Abfragen müssen sich also auf einen oder mehrere Monate beziehen. Bei einigen Kennzahlen sind nur Abfragen auf Jahresbasis möglich, weil die Datengrundlage eine genauere Darstellung nicht erlaubt.

Für den Ortsbezug, also den organisatorischen Bereich den die Kennzahlen abbilden wurde die Kostenstellensystematik von Schott zugrunde gelegt. Kennzahlen können für einzelne Kostenstellen, für Fertigungsbereiche und für den gesamten Standort gebildet werden.

10.2.2.4 Soll- und Ist-Werte

Um Vergleiche mit guten Durchschnittswerten ermöglichen oder um die Verfolgung von Zielvorgaben zu unterstützen kann für jede Kennzahl ein Sollwert erfasst werden.

10.2.3 Informationstechnische Integration des Umweltkennzahlensystems

Ausgangspunkt für die informationstechnische Integration war das Ergebnis der Analyse des Informationssystems. Hier wurde festgestellt, dass das Umweltkennzahlensystem innerhalb von SAP R/3 realisiert werden soll.

Aufgabe war es nun, das geeignete SAP Modul zu identifizieren und die dort zu realisierenden Datenstrukturen und Berechnungsalgorithmen zu definieren. Weiterhin wurden die Geschäftsprozesse beschrieben, um die datentechnische Umsetzung an die organisatorischen Abläufe anzupassen.

Für die Realisierung des Kennzahlensystems wurde das SAP R/3 Modul EIS (Executive Information System) gewählt.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.2.3.1 Entwicklung der Datenstruktur

Das SAP Modul EIS ist ein in ein relationales Datenbankmanagementsystem in dem die Datenstruktur frei definiert werden kann. Für die Ablage der Ausgangsdaten und die Berechnung der Kennzahlen wurde die in Abbildung 25 definierte Struktur entwickelt. Die Basiswerte dienen der Berechnung der Kennzahlen. Die Umweltkennzahlenwerte werden aus den Basiswerten für die Standardberichte immer am Monatsende berechnet.

In dem Kennzahlensystem wurde in Stamm- und Bewegungsdaten unterschieden. Es können sowohl Ist- als auch Solldaten abgelegt werden. Diese Datenstruktur ermöglicht das problemlose Hinzufügen weiterer Umweltkennzahlen zum bestehenden Kennzahlensystem. Des Weiteren erlaubt sie den direkten Bezug der Umweltkennzahlen auf vorhandene Kostenstellen und ermöglicht einen flexiblen Bezug auf Zeiträume unterschiedlicher Länge. Die Kennzahlen können Kostenstellen oder Unternehmensbereichen von Schott Glas zugeordnet werden. Dabei wurde die vorhandene Kostenstellen-Struktur genutzt und geringfügig erweitert.

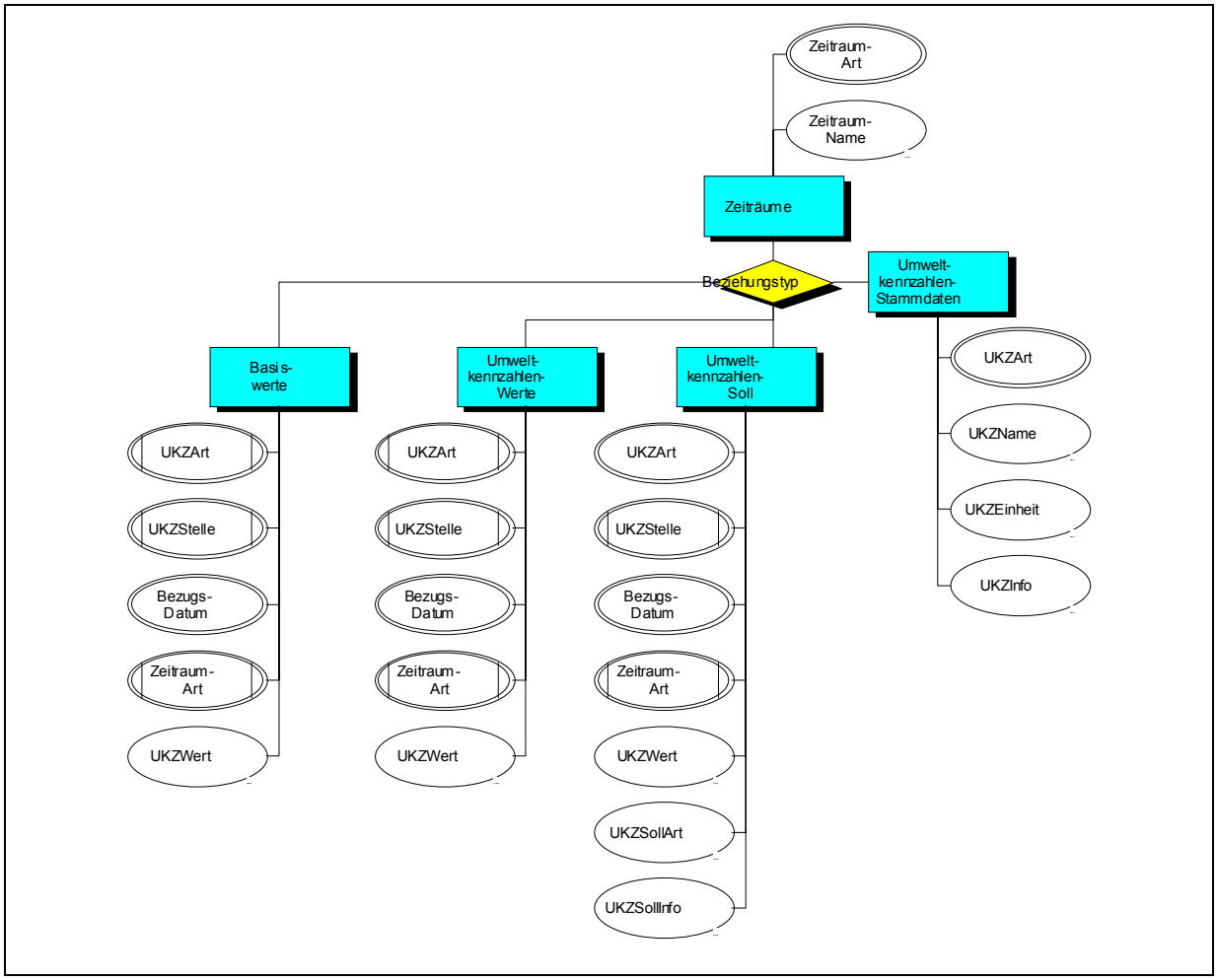


Abbildung 25: Aufbau der Datenbanktabellen (Doppelt berandete Ellipsen stellen Schlüssel dar, Randstriche deuten auf Fremdschlüssel hin)

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.2.3.2 Datenverfügbarkeit für das System

Die für die Berechnung der Kennzahlen nötigen Daten lagen großenteils schon im Unternehmen vor, allerdings an vielen Stellen unter verschiedenen Verantwortlichkeiten. Diese Daten wurden strukturiert und mit eindeutigen Schlüsseln versehen, um sie in eine zentrale Datenstruktur einzugliedern.

Datengrundlage für Kennzahlensystem sind externe IT-Systeme, das SAP R/3-System sowie manuelle Eingaben:

- Manuelle Erfassung:
  Zentrale bzw. dezentrale Erfassung direkt am SAP Frontend.

- Datenübertragung aus anderen SAP-Modulen wie CO oder HR:
  Übertragung SAP-interner Buchungsdaten zu Kosteninformationen und Produktionsmengen über eine SAP-Standardschnittstelle in das EIS, sowie Übertragung von arbeitsschutzbezogenen Daten über einen so genannten Upload.

- Datenübertragung aus weiteren Softwaresystemen:
  Daten aus bestehenden externen Systemen wie z. B. Excel werden ausgelesen und in das EIS eingelesen.

Für die Datenbeschaffung wurden Prozessabläufe definiert (Abbildung 26).

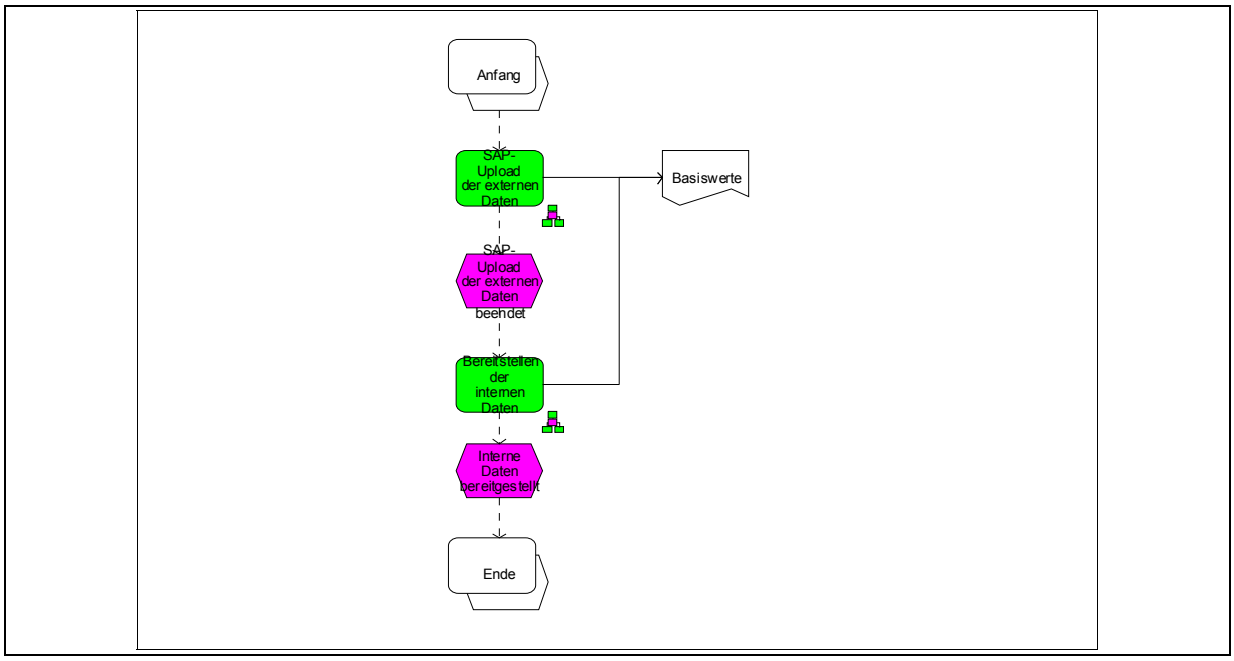


Abbildung 26: Ablauf der Datenbeschaffung

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.2.3.3 Berechnungsalgorithmen für die Umweltkennzahlen

Für die Berechnung der Kennzahlen wurden Algorithmen definiert. Sie beschreiben die Aggregation nach logischen inhaltliche Aspekten (bspw. für die für Summe „CO_2-Emission“ aufgrund von Strom-, Erdgas- und Erdölverbrauch), die zeitliche Aggregation der Kennzahlen und über mehrere Organisationsstufen in der Schott Glas-Kostenstellenstruktur wurden aufgestellt (siehe Abbildung 27).

CO_2-Emission durch Erdölverbrauch =

*(Ölverbrauch [l] * 0,85 [kg/l] / 1000 [kg/to]) * 42,71 [GJ/to] * 0,074 [to/GJ]*

Abbildung 27: Berechnungsalgorithmus (beispielhaft) für Kennzahl „CO_2-Emission durch Erdölverbrauch“

10.2.3.4 Berechtigungskonzept für einen geregelten Zugriff auf die Umweltkennzahlen

In einem Berechtigungskonzept wurden die Daten nach verschiedenen Zielgruppen gegliedert, um eine bedarfsgerechte Darstellung der Umweltkennzahlen zu ermöglichen. Berichtstypen wurden entworfen, um Zielkontrollberichte und Bereichsvergleiche zu ermöglichen. Abläufe zur Anzeige von Umweltkennzahlberichten wurden definiert.

10.2.3.5 Ablauforganisation

Ein nennenswerter Teil der für das Kennzahlensystem erforderlichen Ausgangsdaten war bereits in SAP/3 enthalten. Zusätzlich müssen für die Berechnung von einzelner Kennzahlen u.a. Energie-, Abfall und Emissionsdaten eingelesen werden. Für diese Bereitstellung Daten mussten die Zuständigkeiten, Abläufe und Termine definiert werden. Für den gesamten Ablauf der Datenbeschaffung wurden Prozessbeschreibungen entworfen.

10.2.3.6 Dokumentation

Zur Beschreibung der informatorischen Integration wurde das Modellierungstool ARIS[38] benutzt, parallel wurden die Vorgänge textlich beschrieben. Es konnten einerseits Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten sowie unternehmensinterne Abläufe als Geschäftsprozesse beschrieben werden. Andererseits erlaubte diese Beschreibung eine klare Darlegung der umzusetzenden informationstechnischen Abläufe und Funktionalitäten.

[38] ARIS ist ein Modellierungstool für Geschäftsprozesse und wurde an der Universität des Saarlandes entwickelt, vgl. Scheer (1998)

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Das in ARIS beschriebene Konzept für die informatorische Integration beschreibt die folgenden Sichten:

- Organisationssicht (Organisatorische Verankerung):
  Wer nutzt die Kennzahlen wie oft und wofür?

- Funktionssicht (Klare Definition der Geschäftsprozesse):
  Welche Kennzahlenberichte werden wie erstellt?
  Wie läuft der Prozess der Kennzahlenerstellung pro Kennzahl (oder Kennzahlengruppe) und pro Organisationseinheit ab?
  Wie laufen die Berechnungsvorgänge prinzipiell ab?

- Datensicht (Datengrundlagen und Datenherkunft definieren):
  Wo liegen die Urdaten für die Kennzahlenerstellung in SAP?
  Wie erfolgt die Berechnung der Zielkennzahlen auf Basis von SAP?

10.2.3.7 Sollkonzept für die Implementierung

Ein Sollkonzept für die Implementierung des Umwelt- und Arbeitsschutzkennzahlensystems wurde entwickelt, dieses bildete die Grundlage für eine Machbarkeitsprüfung und im Anschluss für die Implementierung.

Für die Machbarkeitsprüfung wurde ein Prototyp des Umweltkennzahlensystems in dem SAP-Modul EIS mit einem abgespeckten Funktions- und Kennzahlenumfang in einem SAP-Testsystem realisiert. Ausgewählte Daten aus dem Bereich Abfall wurden in das Umweltkennzahlensystem eingepflegt und darauf aufbauend wurde das Umweltkennzahlensystems erprobt und evaluiert.

In Vorbereitung der organisatorischen Implementierung des Umweltkennzahlensystems wurde eine Auswahl von IMSU-Referenten relevanter Unternehmensbereiche sowie weitere Schott-Mitarbeiter mittels vorstrukturiertem Fragebogens interviewt. Auf dieser Basis wurde ein SCHOTT-spezifisches Konzept zur organisatorischen Verankerung des Umweltkennzahlensystems erarbeitet, welches zwei wichtige Aufgaben in der Organisation sicherstellen muss:

1. die Gewährleistung der kontinuierliche Nutzung des Umweltkennzahlensystems als Controlling- und Informationsinstrument auf Konzern- und Geschäftsbereichsebene und

2. die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit und der Weiterentwicklung des Umweltkennzahlensystems.

Hierzu wurde eine erste Übersicht über Aufgaben und Verantwortlichkeiten sowie anzupassende Dokumente erarbeitet.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.2.3.8 Roll Out

Mit der erfolgreichen Evaluierung des Prototypen innerhalb des Kernteams und der SCHOTT IT-Abteilung erfolgte eine Übertragung des Prototypen in den produktiven SAP-Mandanten bei Schott Glas.

Um den Funktionsumfang zu vervollständigen, wurden dann die notwendigen Importschnittstellen zu Fremdsystemen entwickelt und implementiert. Zusätzlich wurden weitere SAP-interne Abfragen, bspw. zur Erfassung von Gemeinkostenaufträgen im Umweltschutzbereich, auf der Grundlage des Sollkonzeptes entwickelt und in SAP integriert.

Mit der Aktivierung des Kennzahlensystems wurden die Anwender in die Erprobung mit einbezogen und in eigenen Veranstaltungen geschult. Hierfür wurde eine erste Anwenderdokumentation erstellt. Sie beschreibt den Aufbau des Kennzahlensystems, Verantwortlichkeiten sowie die Anwendung und Bedienung im SAP R/3-System. Außerdem erfolgte die Erarbeitung von Vorschlägen zur Anpassung bestehender Organisationsdokumente (Formblätter, IMSU-Handbuch, Verfahrensanweisung). Konkrete Aufgaben und deren Verantwortlichkeiten wurden definiert.

10.2.3.9 Ergebnis: Umweltkennzahlen in SAP R/3

Mit dem Umweltkennzahlensystem im SAP R/3 Modul EIS steht dem Standortcontrolling bei SCHOTT Glas nun ein Instrument zur Verfügung, das der langfristigen und zielgerichteten Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes und der Planung, Steuerung und Kontrolle des Integrierten Managementsystems Sicherheit und Umweltschutz (IMSU) bei SCHOTT Glas dient.

Das implementierte Umweltkennzahlensystem umfasst die Datenbereitstellung aus verschiedenen DV-Vorsystemen, die Integration der Kennzahlen in das SAP R/3-Modul EIS sowie die Darstellung der Kennzahlen – sowohl als Mengenwert wie auch als mit den zugehörigen Kosten – im SAP R/3. Die Abbildung 28 zeigt die Datenquellen und Informationsbereitstellung der Umweltkennzahlen in dem SAP R/3-System.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

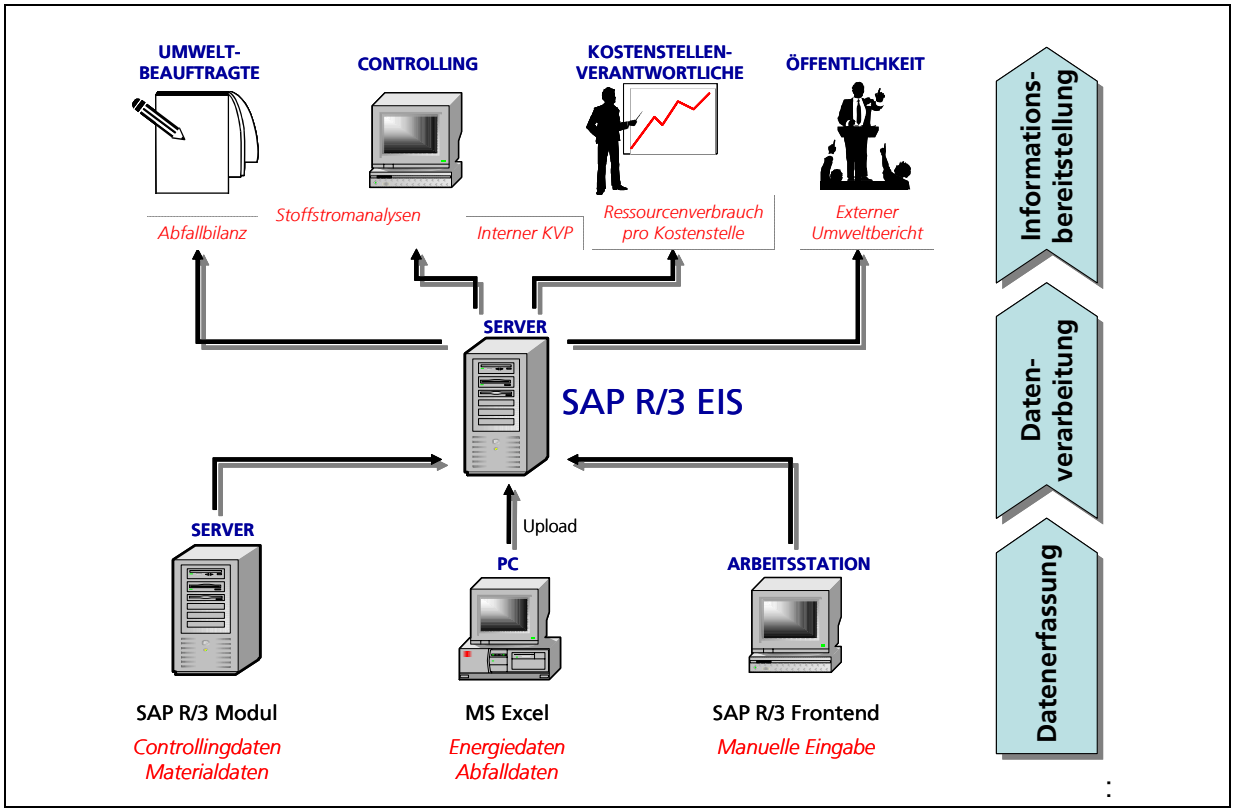


Abbildung 28 Datenquellen und Informationsbereitstellung für Umweltkennzahlen in SAP R/3

Für die Ansicht der Berichte gibt es ein Rollenkonzept, das die Ansicht der Umwelt- und Arbeitsschutzkennzahlen nutzerspezifisch auf zwei Arten definiert und ermöglicht:

- *Kennzahlbezogene Sicht*
  Der Anwender darf ausgewählte Kennzahl-Gruppen über alle Kostenstellen betrachten (Beispielsweise die Kennzahlen zur Arbeitssicherheit von allen Kostenstellen)

- *Kostenstellenbezogene Sicht*
  Der Anwender darf alle Kennzahlen über ausgewählte Kostenstellen (-gruppen) betrachten (Beispielsweise alle Kennzahlen der Kostenstellengruppe „Schmelzwanne XY“)

Die Abbildung 29 zeigt beispielhaft die Ansicht der Umweltkennzahlen im SAP R/3.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

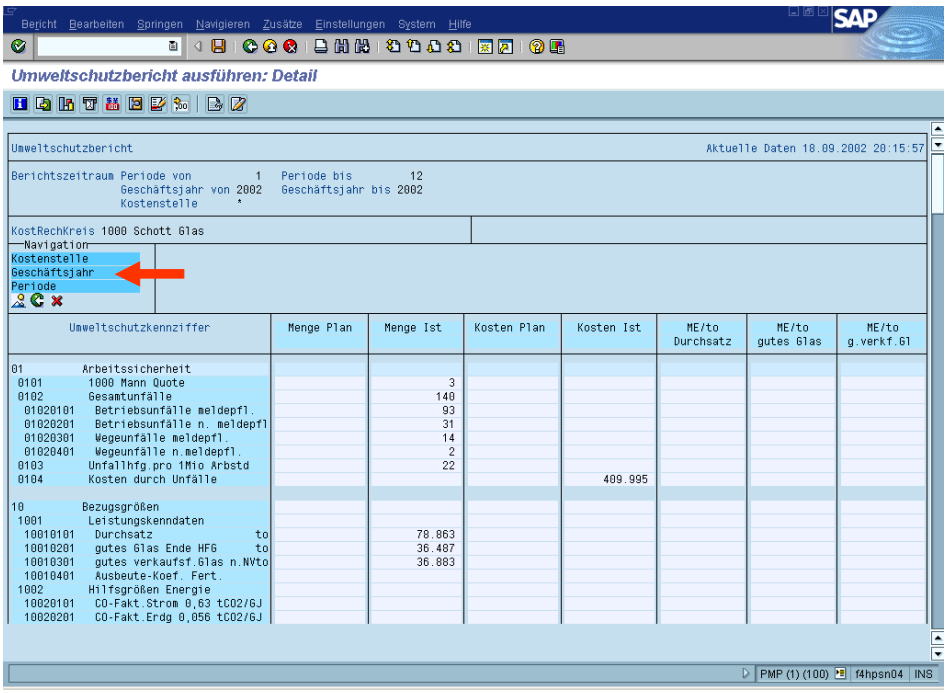


Abbildung 29: Anzeige der Umweltkennzahlen für eine Kostenstelle über mehrere Perioden (fiktive Werte)

10.2.4 Fazit

Für das Standortcontrolling konnten durch die Integration von Umweltinformationen in das Standard IT-System SAP R/3 bei SCHOTT Glas verschiedene Nutzeneffekte erzielt werden. Die Qualität der Informationen steigerte sich sowohl hinsichtlich der Umweltfachsicht, als auch aus Sicht des Controllings, weil aus den Daten durch neue Bezüge, beispielsweise zu Kosten oder Produktionsmengen, neue Informationen generiert werden, woraus neues Wissen abgeleitet werden kann.

Zusätzlich stehen die Informationen nun wesentlicher schneller und einfacher zur Verfügung und können so kontinuierlich und dauerhaft in die Geschäftsprozesse in den Umweltfachabteilungen integriert werden.

Mit dem Kennzahlensystem in SAP R/3 ergeben sich zudem neue Perspektiven für das operative Controlling. Neue umweltstrategische Ziele können aus der neuen Informationsdichte abgeleitet und verfolgt werden.

Die Integration der Umweltkennzahlen in das SAP R/3 konnte mit der bestehenden informationstechnischen Infrastruktur bei SCHOTT Glas realisiert werden. Durch definierte Schnittstellen und Geschäftsprozesse wurde ein hoher Vernetzungsgrad zwischen Systemen zur Datenerfassung, und solchen zur Datenbearbeitung und -ausgabe wurde erreicht. Auf Seiten der Datenbereitstellung in den Fachbereichen wurden die bisher im Einsatz befindlichen Expertensysteme – im wesentlichen Office-Anwendungen, die bei den Anwendern voll akzeptiert und teilweise Eigenentwicklungen sind – belassen.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Benötigte Daten wurden zur Datenbearbeitung und -ausgabe in das SAP R/3 integriert. Damit kommen in den einzelnen Bereichen bewährte und in der Anwendung vertraute System zum Einsatz, was die Unterstützung durch die Mitarbeiter positiv fördert. Gleichzeitig steigt durch die Integration in das SAP-System die Nutzung dieses Systems auch durch die Fachbereiche und dadurch der Zugang zu fachabteilungsübergreifenden Informationen.

10.3 Ensinger Mineral-Heilquellen: Umweltkennzahlen und Chargenoptimierung

10.3.1 Ausgangssituation bei der Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH in Vaihingen/Enz

Die Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH ist ein 1952 gegründetes Familienunternehmen. Insgesamt 6 Mineralquellen in der Umgebung des Firmengeländes liefern den Rohstoff für das Hauptprodukt Mineralwasser. Die Firma Ensinger hat ihren Sitz in Vaihingen an der Enz bei Stuttgart und füllt mit ca. 160 Mitarbeitern jährlich rund 156 Millionen Flaschen Getränke ab. Bei einem jährlichem Verbrauch von 250 Tausend Kubikmeter Wasser ist der sparsame Umgang mit den natürlichen Ressourcen für die Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH eine sich jeden Tag neu stellende Aufgabe.

Als eines der ersten Unternehmen im Regierungsbezirk Stuttgart bekannte sich Ensinger bereits 1997 durch die Verankerung des Umweltschutzes in die Unternehmenspolitik öffentlich zu seiner Verantwortung für die Zukunft nachfolgender Generationen und den Schutz unserer Umwelt. Dabei wurde ein Umweltmanagementsystem nach den Vorgaben der EG Öko-Audit-Verordnung und nach DIN ISO 14001 aufgebaut.

Zu Beginn des Forschungsprojekts INTUS stellte sich die Regelmäßigkeit der Erfassung und Auswertung umweltbezogener Informationen als verbesserungswürdig dar. Eine systematische Planung und Steuerung des Umweltmanagementsystems war auf der damals vorliegenden Informationsgrundlage mit substanziellen Schwierigkeiten behaftet und in Teilbereichen nicht möglich. Vor diesem Hintergrund war der Aufbau eines betrieblichen Stoffstrommanagements als zentrale Grundlage für die systematische Weiterentwicklung des betrieblichen Umweltschutzes bei Ensinger von großer Bedeutung.

10.3.2 IT-integrierte Umweltkennzahlen für den Wasserverbrauch

10.3.2.1 Erstellung eines Umweltkennzahlensystems

Wasser wird bei Ensinger nicht nur in Mineralwasserflaschen abgefüllt – es wird auch zum Spülen der zurück erhaltenen Mehrwegflaschen und der Anlagen benutzt. Dieses Spülen wird vollautomatisiert von Maschinen durchgeführt. Vor allem beim Chargen- oder Produktwechsel auf der Füllanlage müssen Spülvorgänge jedoch auch von Mitarbeitern gesteuert werden. Diese Spülmengen wurden zu Projektbeginn bereits erfasst – allerdings manuell, was mit einem hohen Aufwand verbunden war. Die Fa. Ensinger verbraucht in ihrer Produktion einerseits Mineralwasser, das aus den Mineral-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

wasserbrunnen gefördert wird, andererseits wird Wasser aus dem Trinkwassernetz der Gemeinde Vaihingen/Enz benutzt.

In Workshops mit Fachleuten aus Produktion, Technik, Kostenrechnung, Qualitäts- und Umweltmanagement sowie mit einem der Geschäftsführer wurden Anforderungen an Umweltkennzahlen entwickelt. Die wichtigsten waren dabei:

- Umweltkennzahlen sollen als Steuerungsmöglichkeit dienen, wo menschliches Verhalten Auswirkungen auf den Ressourcenerbrauch und Kosten hat. So können Arbeitsvorgänge optimiert und Lernvorgänge bei den einzelnen Mitarbeitern ausgelöst werden.

- Wo Ressourcenverbrauch und Kosten durch komplexe automatisch geregelte Maschinen anfallen, die nicht durch menschliches Handeln beeinflusst werden können, sollen Umweltkennzahlen zur Überwachung der Maschinen dienen. So können schleichende Prozesse, die sich über einen längeren Zeitraum entwickeln, aufgespürt werden, z. B. ein langsam steigender Wasserverbrauch bei älteren Maschinen.

- Die erfassten Daten und berechneten Chargen- und Prozesskennzahlen für Ressourcenverbräuche und Kosten sollen im Ensingereigenen Warenwirtschaftssystem Beverage integriert werden.

- Datenerfassungen sollen wenn möglich automatisch erfolgen, um regelmäßige und exakte Auswertungen durchführen zu können. Vorhandene Daten sollen verwendet werden, um den Erfassungsaufwand gering zu halten; dazu sollen Schnittstellen zu anderen Systemen genutzt werden.

Im Rahmen des Projekts wurden Kennzahlen für den Wasserverbrauch in einer top-down-Vorgehensweise entwickelt. Zunächst wurden die monatlichen Wasserverbräuche in einem der Workshop genauer aufgegliedert in einzelne Bereiche. Für diese wurde eine Priorisierung nach Verbrauchsmengen – basierend auf Schätzungen von Geschäfts- und Produktionsleitung – durchgeführt und beschlossen, die wichtigsten Bereiche des Mineralwasserverbrauchs genauer zu erfassen. Motivation waren hierfür weniger Kosten (die trotz der hohen Menge verbrauchten Wassers im Vergleich zu anderen Ausgabenposten sehr gering ausfallen), sondern vielmehr die gesellschaftliche Verantwortung mit den natürlichen Ressourcen sparsam umzugehen, die auch in der Firmenpolitik der Ensinger Mineral-Heilbrunnen GmbH verankert ist.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

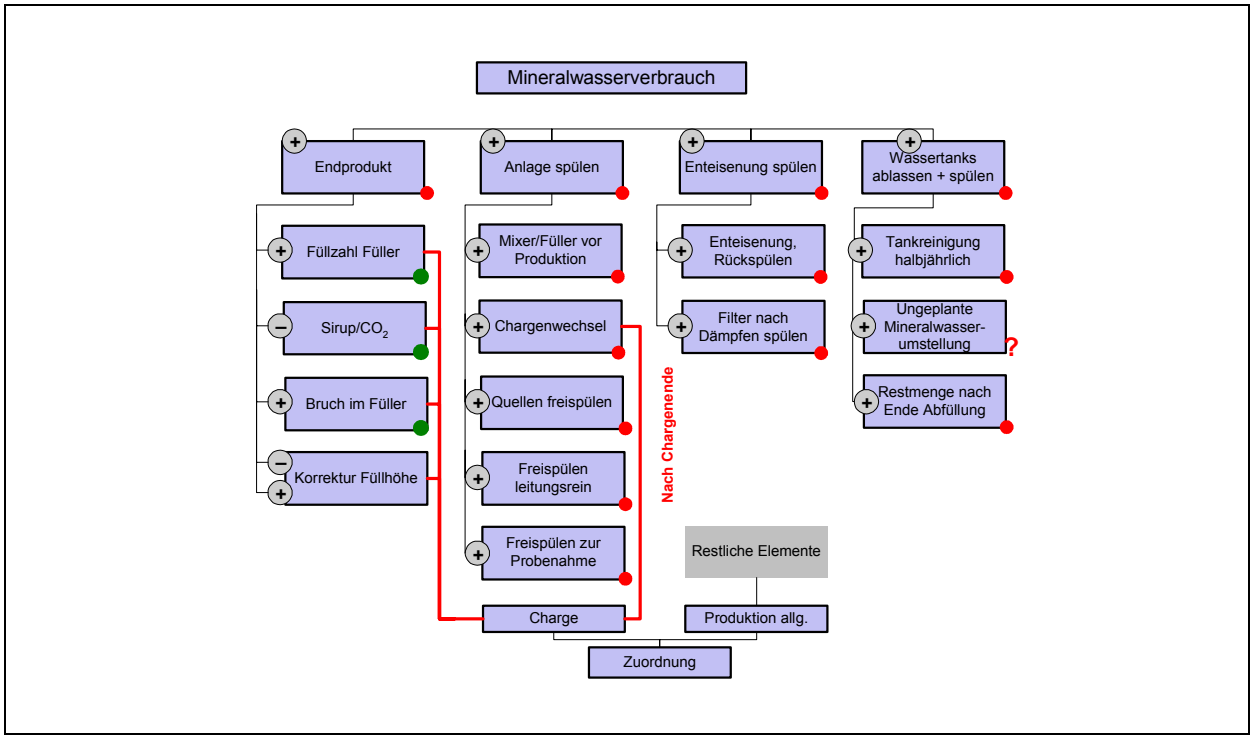


Abbildung 30: Beispiel für einen Analysebaum des Mineralwasserverbrauchs. Zur Priorisierung sollten zuerst die Verbrauchswerte in einem Workshop von den Beteiligten geschätzt werden.

Zusätzlich wurden die betriebswirtschaftlichen Kennzahlen „tausend Füllungen je Produktwechsel“, „Störzeiten je Gebindesorte“ und „Rüstzeiten je Gebindesorte“ für die Sitzungen der Geschäftsleitung eingeführt, um häufigen Chargenwechseln und einer großen Gebindevielfalt entgegenzusteuern, die c.p. den Ressourcenverbrauch erhöhen.

10.3.2.2 Implementierung

Bisherige Erfassungen des Mineralwasserverbrauchs erfolgten diskontinuierlich und wurden manuell durch Ablesen von Zählern durchgeführt. Die meisten der Wasserzähler basieren auf Digitaltechnik. Daher wurde eine Verkabelung dieser Zähler mit einer zentralen Datenerfassung durch eine Betriebsdatenerfassung (BDE) beschlossen. Durch die Integration der wichtigsten Kennzahlen in aggregierter Form im Warenwirtschaftssystem sollte eine Verbreitung der Informationen auch außerhalb der Produktion sicher gestellt werden und das täglich genutzte Warenwirtschaftssystem auch zur Optimierung des Wasserverbrauchs genutzt werden.

Aufbau einer Betriebsdatenerfassung

Hierzu wurde die Software Win CC der Firma Siemens zur Betriebsdatenerfassung (BDE) auf einem Computer in der Produktion eingerichtet und die technischen Anlagen der Produktion dort abgebildet. Steuerungs- und Kontrolleinheiten der wichtigsten wasserverbrauchenden Maschinen (Abfüllanlage, Reinigungsanlagen, Pasteur, Dampfkessel, Laugenfiltration) wurden mit

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

dieser Betriebsdatenerfassung verbunden. Dadurch sind Daten zu technischen Betriebszuständen sowie Wasserverbrauch der angeschlossenen Maschinen in der Betriebsdatenerfassung erfasst und jederzeit auswertbar. Eine automatische Auswertung erfolgt nach Ende jeder achtstündigen Arbeitsschicht. So sind detaillierte Auswertungen zum Wasserverbrauch für einzelne Anlagen möglich. Hier erwies sich eine enge Verzahnung von technischen Aufgaben mit Umweltaspekten als sinnvoll. Die Auswertungen der BDE werden durch technischen Leiter, Produktionsleiter und Schichtleiter durchgeführt.

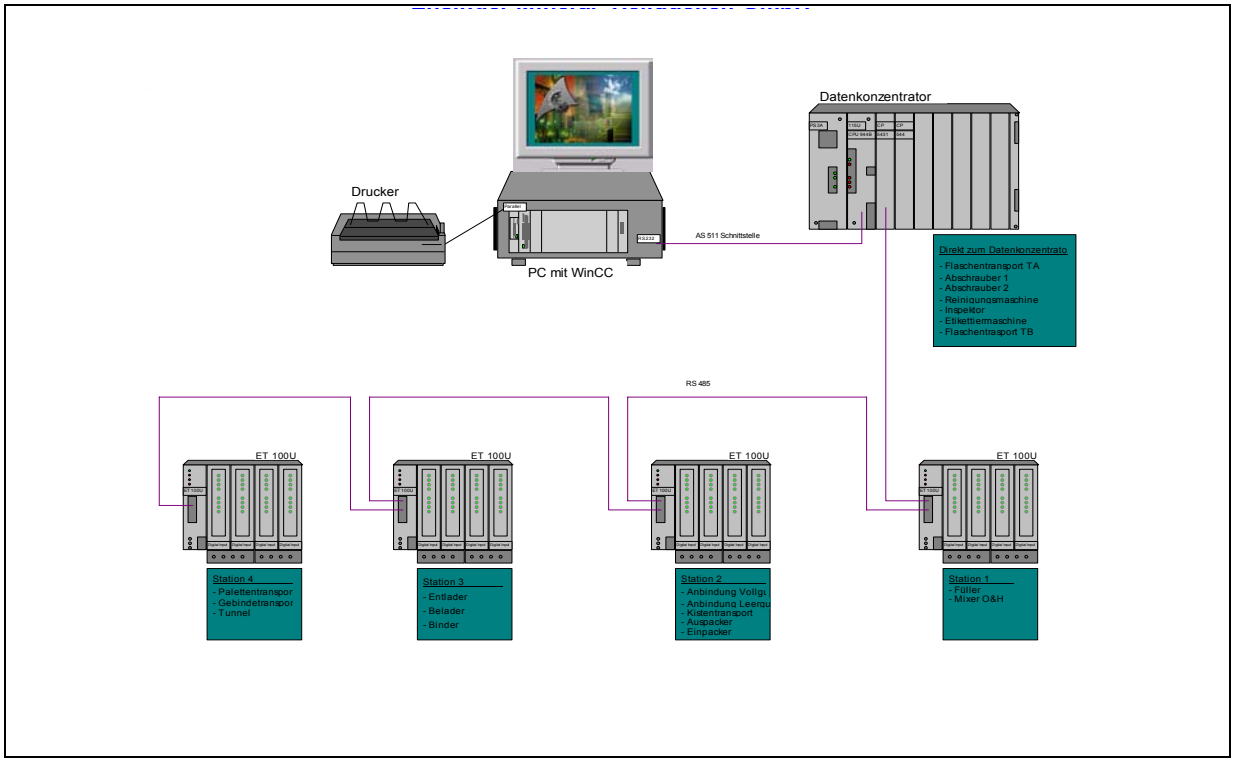


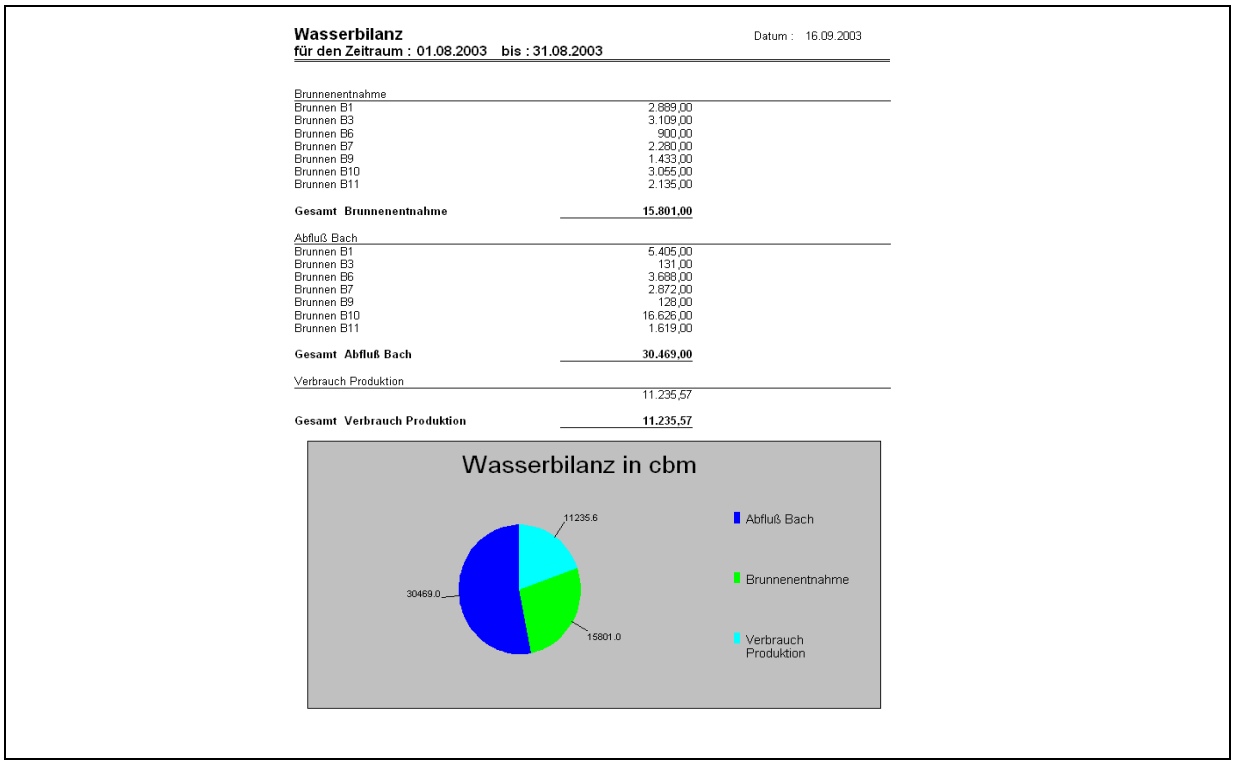
Abbildung 31: maschinenbezogene Auswertung der Wasserverbräuche mit einer Betriebsdatenerfassung

Nutzung des Warenwirtschaftssystems zur Darstellung von Umweltkennzahlen

Des weiteren wurde das von Ensinger selbst entwickelte Warenwirtschaftssystem „Beverage“ (auf Oracle-Produkten basierend) angepasst, um Wasserverbräuche auch dort abzubilden, da Beverage einem größeren Kreis von Anwendern (auch im Management des Unternehmen) zugänglich ist. Zunächst wurden die einzelnen Produktionschargen umdefiniert, um eine bessere Allokation von Kosten und Stoff- und Energieverbräuchen zu ermöglichen. Damit wurde eine chargenbezogene Betrachtung von Ausschuss, und Verbräuchen möglich. Schließlich wurde der Ausschuss losbezogen als Prozentwert dargestellt – bisher war der Ausschuss bei manchen Produkten höher als bei anderen, was auch in einem höheren Ressourcenverbrauch resultierte.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Schließlich wurde ein Modul für die Erstellung und Auswertung einer monatliche Wasserbilanz im Rahmen eines Umweltkennzahlen-Moduls in Beverage umgesetzt, wobei auf die in der BDE erfassten Verbrauchsdaten zurück gegriffen wird. Der beabsichtigte Detaillierungsgrad bei der Implementierung der Wasserverbrauchskennzahlen in Verbrauch für Endprodukt, verschiedene Spülvorgänge (Quellen, Leitungsreinigung, Anlage bei Produktumstellung, etc.) wurde dabei nicht erreicht. Ebenso gelang keine dauerhafte Implementierung von prozess- oder chargenbezogenen Kennzahlen. Dies lag vor allem an technischen Problemen bei der Umprogrammierung von Beverage. Außerdem stellte sich während des Projekts heraus, dass ein Großteil der benötigten Auswertungen Wasserverbräuche bereits mit der BDE möglich ist. Diese Auswertung in der BDE wird nun durch das Personal in der Produktion regelmäßig durchgeführt.



Wasserbilanz
für den Zeitraum : 01.08.2003 bis : 31.08.2003

Datum : 16.09.2003

Brunnenentnahme	
Brunnen B1	2.889,00
Brunnen B3	3.109,00
Brunnen B6	900,00
Brunnen B7	2.280,00
Brunnen B9	1.433,00
Brunnen B10	3.055,00
Brunnen B11	2.135,00
Gesamt Brunnenentnahme	**15.801,00**
Abfluß Bach	
Brunnen B1	5.405,00
Brunnen B3	131,00
Brunnen B6	3.688,00
Brunnen B7	2.872,00
Brunnen B9	128,00
Brunnen B10	16.626,00
Brunnen B11	1.619,00
Gesamt Abfluß Bach	**30.469,00**
Verbrauch Produktion	
	11.235,57
Gesamt Verbrauch Produktion	**11.235,57**

Abbildung 32: Wasserbilanz im Ensinger ERP-System Beverage

10.3.3 Entscheidungsunterstützungstool PROLOGIS zur Chargenoptimierung

10.3.3.1 Chargenoptimierung durch Aufbereitung der Ergebnisse einer Flusskostenrechnung

Bei Ensinger wurde zur Analyse der Kostenstruktur zur Ermittlung möglicher Kostensenkungspotenziale eine Flusskostenrechnung für Produktion und Logistik durchgeführt. Diese konnte detailliertere Kosten mit einer verursachergerechten Zuordnung liefern als bisher vorhanden. Zusätzlich wurden Umweltauswirkungen von Produktion und Logistik untersucht. Es stellte sich heraus, dass die Losgröße bei der Firma Ensinger ein entscheidenden Faktor ist, um die Produktion nach Umwelt- und Kostengesichtspunkten zu optimieren. Mit einer Chargenoptimierung können sowohl die Kosten als auch die Umweltwirkungen des Unternehmens verringert werden können.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Um die Chargenoptimierung EDV-technisch zu unterstützen wurden die Ergebnisse aus der Flusskostenanalyse in ein integriertes Entscheidungsunterstützungstool zur Optimierung der Chargengröße nach Umwelt- und Kostenaspekten eingearbeitet . Mit dem Tool, das PROLOGIS genannt wurde, können z. B. Kosten für einen Chargenwechsel und Aufwendungen für die entsprechende Lagerung in die Produktionsplanung mit einfließen und es kann eine ganzheitliche, kosteneffiziente Produktionsplanung durchgeführt werden.

Wesentliche Ziele für Entwicklung des Tools waren:

- die dauerhafte Integration von Methodik und Ergebnissen aus der Kostenanalyse in Produktion und Logistik in Geschäftsprozesse,
- die Integration relevanter Prozessparameter und Randbedingungen sowie
- die integrierte Sicht für Entscheider von Produktions- und Logistikkosten.

Besonders der letztgenannte Punkt ist von Bedeutung, weil die Produktion prinzipiell das Ziel größer Chargengrößen und damit wenigen Produktwechseln verfolgt, während die Logistik und Lagerhaltung die Lagerungszeiten gerne verkürzen möchte und am Absatz orientiert produzieren will (siehe Abbildung 33). Es ist somit notwendig, den Produktionsplan gemeinsam abzustimmen, um das Gesamtoptimum zu erreichen.

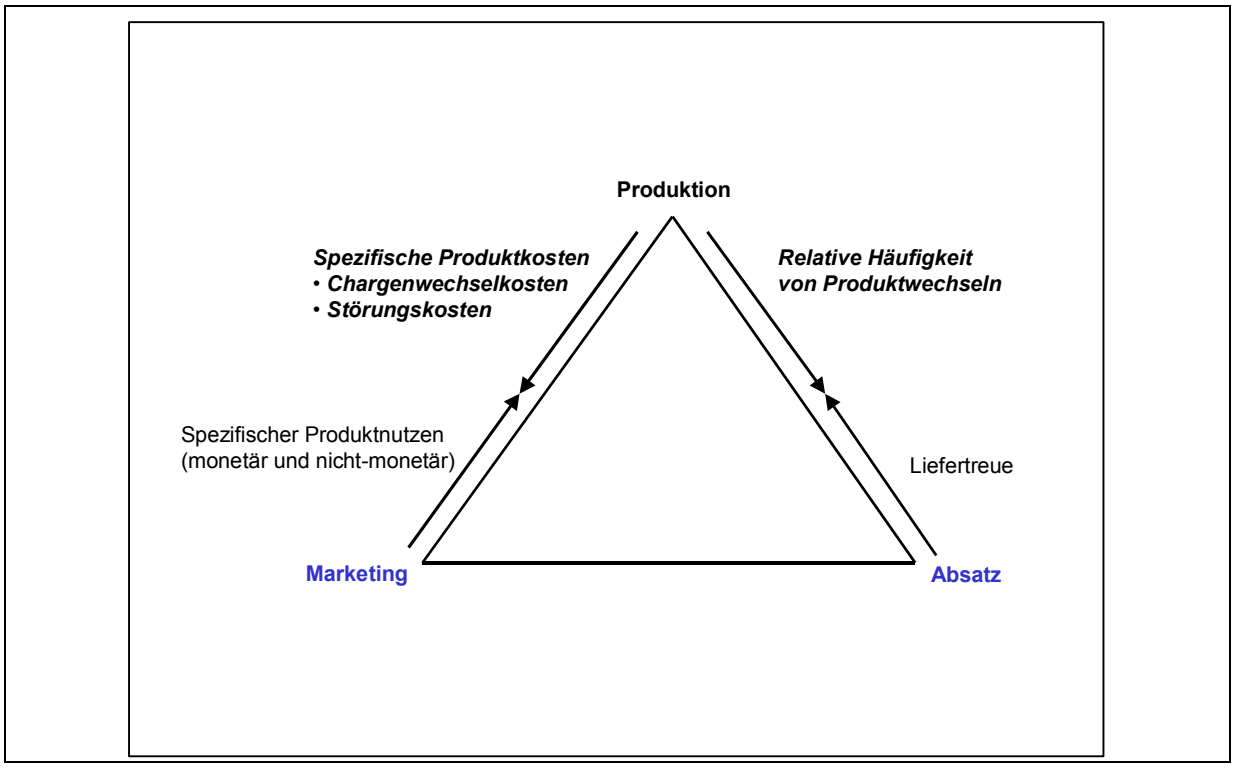


Abbildung 33: Zusammenhang zwischen Produktion und am Absatz orientierter Logistik

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

PROLOGIS berechnet für Ensinger die Produktionskosten sowie die Lager- und Logistikkosten für ein ausgewähltes Produkt auf der Basis von der Charge, Gebinde und Chargengröße.

Indem die Produktionskosten neben den Logistikkosten für die ausgewählte Charge prognostiziert und angezeigt werden, erhalten Verantwortliche bei Ensinger die Möglichkeit, Kosten für einen Chargenwechsel und Aufwendungen für die entsprechende Lagerung (inkl. Shuttle) in die Produktionsplanung mit einfließen zu lassen. Eine Charge kann auf zwei mögliche Logistik- und Lagervarianten – beispielsweise unterschiedliche Lagerorte, Paletten- oder Kistenart – aufgeteilt werden. Darüber hinaus kann eine gewählte Charge einem alternativen Produktionsprogramm, die Produktion von zwei Chargen im selben Zeitraum, gegenübergestellt werden.

10.3.3.2 Produktions- und Logistikkosten

Bis auf die Opportunitätskosten stimmen die in PROLOGIS berechneten Produktions- und Logistikkosten im Prinzip mit den durch die Buchhaltung ermittelten Zahlen überein (die meisten Informationen der Datenbasis entstammen schließlich auch der Buchhaltung). Allerdings werden in PROLOGIS die Buchhaltungszahlen umgerechnet und umgruppiert. PROLOGIS berücksichtigt die Erfahrung aus der angestellten Flusskostenrechnung indem es Kennzahlen und andere Informationen in einer Art und Weise abbildet, die im Rahmen der während des Projektes durchgeführten Flusskostenrechnung als sinnvoll identifiziert wurden.

Die Lager- und Logistikkosten werden in dem Tool in logistische Leistungs- und Bereitschaftskosten eingeteilt.[39] Damit werden unterschiedliche Fragestellungen in der Logistik aufgegriffen:

- *Vollzug von Transport- oder Lagerungsvorgängen (Tätigkeit):*
  Hier liegt das Augenmerk auf Vorgängen, die zur Orts- und/ oder Zeitveränderung von Gütern führen. Im Hinblick auf die Erfassung von Kosten könnte eine Frage lauten: „Was kostet ein Transport, von Ort A nach B, von X Tonnen?“
- *Bereitstellung von logistischen Prozesskapazitäten (Faktoreinsatz):*
  Im Blickfeld steht hier die Bereitstellung von Prozessmöglichkeiten, um ein Gut zu lagern oder transportieren zu können, beispielsweise die Belegung von Frachtkapazitäten. Im Hinblick auf die Erfassung von Kosten könnte eine Frage lauten: „Was kostet die Bereitstellung einer Transportkapazität von X Tonnen pro Stunde – unabhängig ihrer tatsächlichen Auslastung?“

In dem Tool werden die Personal- und Staplerkosten (spezifische Personalkosten, spezifische sonstige Primärkosten, spezifische Staplerkosten und spezifische sonstige Umlagebelastung) den Leistungskosten zugewiesen – da Personal und Stapler flexibel bei Ensinger eingesetzt werden können –,

[39] Jürgen Weber (1995): Logistik-Controlling. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

und die Kosten für die Lagerhallen und der Logistikleitung den Bereitschaftskosten zugeordnet.

Die Leistungskosten sind von dem Arbeitsaufwand für die Lagerung/ Transport einer Charge und damit indirekt von Transportkapazität abhängig.

Leistungskosten =

(Chargengröße)*(Zeit/1000Füllungen)*(Kosten/Zeit)

Abbildung 34: Berechnung der Leistungskosten

Die Bereitschaftskosten sind von der Inanspruchnahme einer Lagerkapazität und der Logistikleitung abhängig. Deren Kosten werden auf den jährlichen Durchsatz umgelegt und so anteilig der Charge zugeordnet.

Bereitschaftskosten =

(Kosten/Jahresumsatz)(Chargengröße)*

Abbildung 35: Berechnung der Bereitschaftskosten

Grundlage der Kostenfaktoren der Lagerung/ Logistik sind die Kostenstellenberichte mit dem jeweiligen spezifischen Kostensatz.

10.3.3.3 Realisierung von PROLOGIS in Microsoft Excel

Das Tool PROLOGIS basiert auf Microsoft Excel, um sicher zu stellen, dass es leicht auf neue Anforderungen erweiterbar ist. In die einzelnen Tabellenblätter werden Parameter, Faktoren und Auswertungen aus anderen Excel-Tabellen innerhalb der Datei und weiteren Excel-Dateien vorgehalten, ebenso die Berechungsformeln für die Berechnung und Zusammenstellung sowie Anzeige der Kosten.

10.3.3.4 Anwendung

Das Tool PROLOGIS erlaubt zwei Anwendungsmöglichkeiten:

- Die Berechnung von Chargenkosten und
- Die Berechnung von Szenarien.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Bei der **Berechnung einer einzelnen Charge** muss ein Produkt und die gewünschte Anzahl Füllungen eingegeben werden. Die Abfüllgeschwindigkeit wird abhängig von dem gewählten Produkt aus statistischen Auswertungen in das Feld eingelesen, sie kann jedoch in diesem Feld auch überschrieben werden. Die Charge kann für die Logistik auf zwei mögliche Varianten beliebig aufgeteilt werden. Für jede Variante muss angegeben werden

- Palettenart (bestimmt die Kapazität einer einzelnen Palette),
- Kistenart (bestimmt Kapazität der einzelnen Kisten),
- Lagerort (bestimmt die Kosten für Be- und Entladen des LKW und LKW-Transport und über die Kostenzuweisung der Abschreibungskosten der entsprechenden Lagerhalle),
- Lagerdauer (bestimmt die Umlage der Abschreibungskosten der drei Lagerhallen auf die in dem jeweiligen Ort gelagerte Anzahl an Füllungen)
- Auslagerung an der Gesamtcharge (bestimmt die zugewiesenen Shuttlekosten sowie die Abschreibungskosten der Lagerhallen).
- Anteil der Charge, der erwartungsgemäß kommissioniert wird (bestimmt die Zuweisung von Kommissionierungskosten).

Die Produktions- und Logistikkosten können dann durch Knopfdruck in Microsoft Excel berechnet werden. Die berechneten Kosten werden in einem separaten Tabellenblatt angezeigt, aufgeteilt in Chargenvollkosten, logistische Leistungskosten und logistische Bereitschaftskosten (vgl. Abbildung 36).

Ergebnisse von Zwischenberechnungen werden auch angezeigt, siehe dazu auch die Anwenderdokumentation des Tools in Anhang C dieses Berichts.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

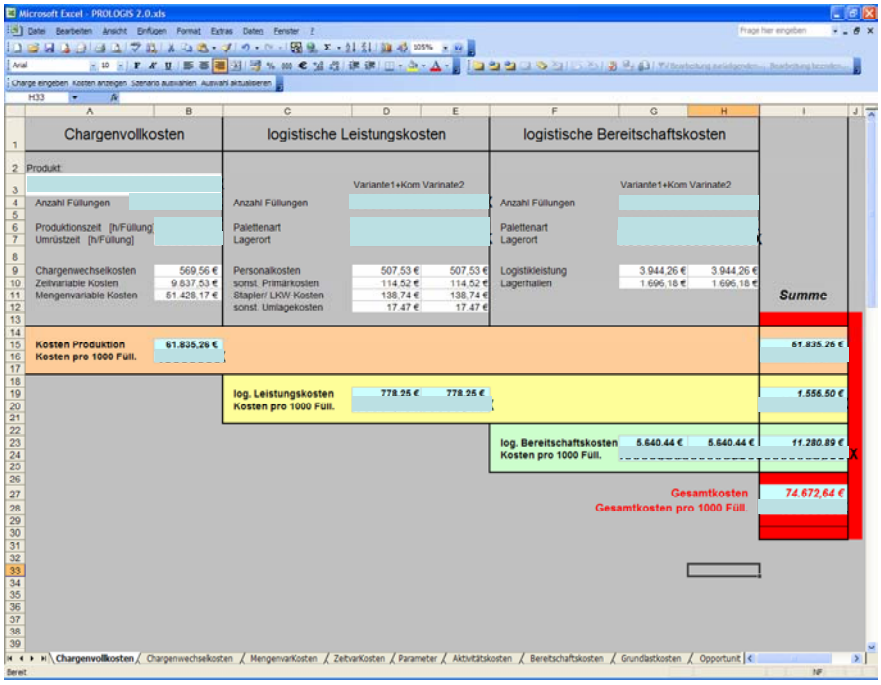


Abbildung 36: Ansicht der Chargenvollkosten, der logistischen Leistungs- und Bereitschaftskosten sowie der Summe in der Kostenanzeige, Kosten sind aus Vertraulichkeitsgründen zum Teil unkenntlich gemacht

Bei der **Berechnung eines Szenarios** können dabei die Kosten einer einzelnen größere Charge mit einem Alternativszenario aus zwei einzelnen, im selben Zeitraum zu produzierenden Chargen verglichen werden.

Für die Gegenüberstellung wird zuerst das Szenario 1 als Referenzszenario definiert. Anschließend wird nach demselben Schema ein Alternativszenario Variante definiert. Dazu wird zunächst das 1. Produkt des Alternativszenarios definiert einschließlich Abfüllmenge. Danach wird das 2. Produkt ausgewählt, für das die Abfüllmenge automatisch errechnet wird unter der Vorgabe, dass beide Szenarien gleich lang dauern müssen (vgl. Abbildung 37). Die Ergebnisse der Kostenberechnung werden schließlich parallel für beide Szenarien in einem Tabellenblatt dargestellt.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

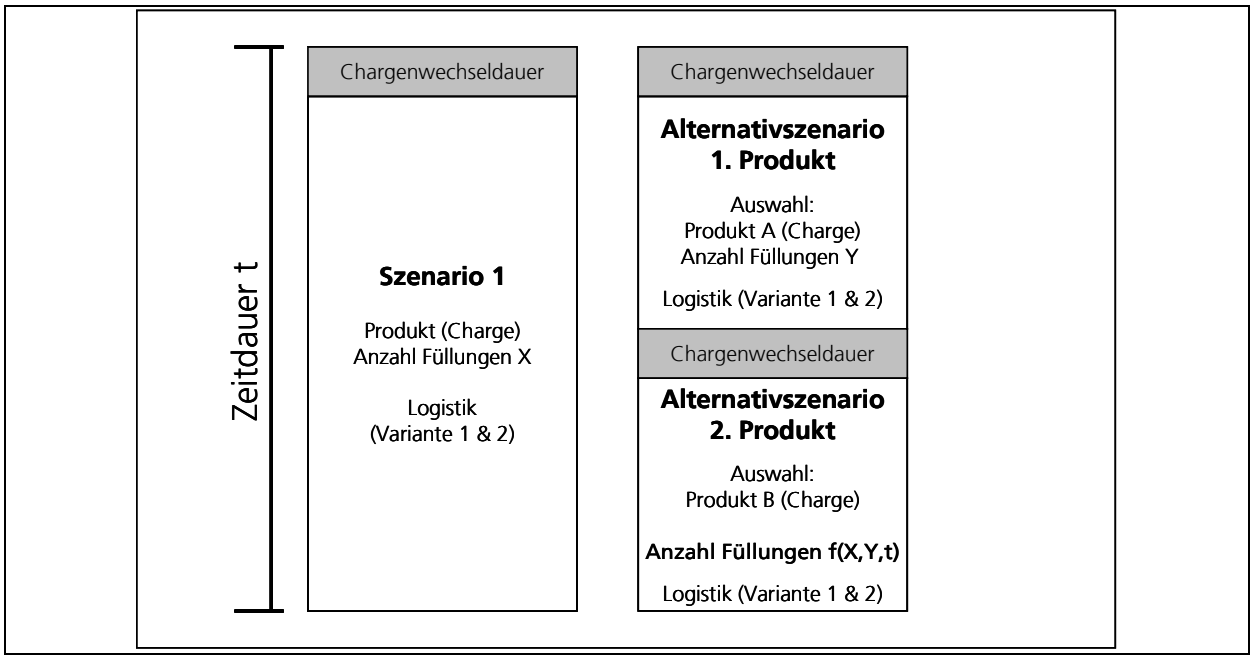


Abbildung 37: Gegenüberstellung des Alternativszenarios zum vorgewählten Szenario 1 (Referenzszenario)

10.3.3.5 Anpassung und Erweiterung des Tools

Die Anpassungsfähigkeit des Tools wird einerseits durch die Parametrisierung der Berechnungsvorgänge ermöglicht, andererseits bietet die Implementierung des Tools in Microsoft Excel die Möglichkeit der einfachen, eigenhändigen Erweiterung und Anpassung. In dem das PROLOGIS-Tool auf in Microsoft Excel exportierte Kostenstellenberichte zugreift, wird eine ständige Aktualisierung von bspw. Gemeinkosten ermöglicht. Weiter kann die Produktliste mit Daten für neue Produkten ergänzt werden und alte, nicht mehr angebotene Produkte herausgenommen werden.

10.3.4 Fazit

Das Management von Stoffströmen beruht auf detaillierten Informationen über die Verbräuche der wichtigsten Stoffströme. Durch die verbesserte Erfassung von Wasserverbräuchen und ihrer Darstellung in einem IT-basierten Umweltkennzahlensystem in Betriebsdatenerfassung und in aggregierter Form im Warenwirtschaftssystem konnte bei Ensinger die Transparenz im Unternehmen verbessert werden und eine bessere Grundlage für das Planen, Steuern und Kontrollieren von Umweltauswirkungen geschaffen werden. Durch die Integration von Umweltkennzahlen in die betriebliche Software können diese leichter von einem größeren Kreis von Personen im Unternehmen angewendet werden.

Die durchgeführten Arbeiten bestanden aus einer Vielzahl einzelner Schritte, die zum Teil schwierig umzusetzen waren, oder zunächst auf gewisse Skepsis bei den Beteiligten stießen. Laufende Überzeugungsarbeit war wichtig, um das Projekt zum Erfolg zu führen.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Des Weiteren stellte sich heraus, dass zur Optimierung der Stoffströme eine ganzheitliche Betrachtung über die verschiedenen Unternehmensbereiche hinweg sinnvoll ist. Zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen wie Produktion und Logistik bestehen oft Zielkonflikte – nicht nur aus der Perspektive des betrieblichen Umweltschutzes, sondern auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Diese sind nicht immer vollständig aufzulösen. Eine gemeinsame Informationsgrundlage kann aber wertvolle Diskussionsgrundlage sein und Lernprozesse auf beiden Seiten auslösen.

Das im Projekt entwickelte Tool PROLOGIS dient nun im Praxiseinsatz zur Unterstützung der Planung von Produktion und Logistik und zur Gegenüberstellung der Kosten des geplanten Ablaufs mit dem in der Realität durchgeführten Ablauf, der oft an kurzfristig auftretenden Anforderungen angepasst werden muss.

Generell hat sich die Flusskostenrechnung bei Ensinger als gute methodische Vorgehensweise zur detaillierteren Analyse und Verbesserung der Kostenrechnung und zur Optimierung von Materialströmen erwiesen. Als informationstechnische Unterstützung war eine Tabellenkalkulationssoftware ausreichend. Im konkreten Fall war der Einsatz eines stoffstromorientierten BUIS nicht sinnvoll, da Aufwand und Nutzen in keinem vertretbaren Verhältnis standen.

Eine verallgemeinerte Vorgehensweise zum Stoffstrommanagement für klein- und mittelständische Unternehmen in der Mineralwasserindustrie wurde von Lang, Keil, und Heubach (2003) in dem Bericht Stoffstrommanagement für klein- und
mittelständische Unternehmen der Mineralwasserbranche entwickelt [40].

10.4 Göhring: Umweltkennzahlen und Umweltbilanz

10.4.1 Ausgangssituation bei der Göhring GmbH & Co.KG

Die Welt von Göhring ist die Welt der Möbel. Über vier Generationen wurde der Verarbeitung von Massivholz am angestammten Standort Untersiemau – Scherneck in Oberfranken die Treue gehalten. Praktisch hundertprozentige Eigenfertigung bei einer ungewöhnlich großen Fertigungstiefe – von der Schnittholztrocknung bis zum fertigen Möbelstück- sind markante Kennzeichen des Unternehmens, in der ca. 120 Mitarbeiter tätig sind.

Praktizierte Ökologie durch Zurückhaltung gegenüber die Umwelt gefährdende Technologien, den Einsatz von nachhaltig verfügbaren Werkstoffen und die Herstellung hochwertiger, langlebiger Produkte kennzeichneten die

[40] Lang, Claus; Keil, Michael, Heubach, Daniel (2003): Stoffstrommanagement für klein- und mittelständische Unternehmen der Mineralwasserbranche, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Unternehmensentwicklung der letzten Jahrzehnte. Die Einführung eines Umweltmanagementsystem sowie dessen Validierung 1998 war ein weiteres Glied in der Kette des unternehmerischen Umweltengagements.

Die Beteiligung aller Mitarbeiter an betrieblichen Angelegenheiten ist bei Göhring traditionell gewachsen. Betrieblicher Umweltschutz war deshalb nie nur ein Thema des Managements sondern wurde stets durch alle Beteiligten gestaltet. Folglich wurde bei der Einrichtung des Umweltmanagements darauf Wert gelegt, dieses dezentral und wenig formalistisch umzusetzen.

Im betrieblichen Alltag stellte sich heraus, dass es dem Umweltmanagement bisher an geeigneten Umweltcontrollinginstrumenten fehlte. Diese Instrumente sollten eine regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit des Umweltmanagementsystems ohne großen Aufwand ermöglichen und den kontinuierlichen Verbesserungsprozess zur weiteren Steigerung der Ökoeffizienz unterstützen.

10.4.2 Lösung: Entwicklung eines Konzeptes aus Umweltkennzahlen und Umweltbilanz

Auf Basis einer eingehenden Analyse der betrieblichen Stoffströme und Kosten wurde in kreativen Workshops gemeinsam ein auf die spezifischen Bedürfnisse angepasstes Konzept entwickelt, das einerseits einen prozess- und andererseits einen betriebsspezifischen Fokus besitzt. Die Kernergebnisse sind:

- Wöchentliche Steuerungskennzahlen für Prozesse:
  Effizienzkennzahlen für den Holzeinsatz, Informationseingabe relevanter Daten im ERP-System Navision, wöchentliche automatische Berechnung aus Navision heraus

- Wöchentliche Monitoringkennzahlen für Trendaussagen:
  aus Navision automatisch generierbar, interessant für Darstellung der Entwicklung des Produktspektrums

- Jährliche Betriebsökobilanzierung:
  möglichst automatisch aus Navision heraus

- Jährliche Monitoringkennzahlen für Vergleiche, Trendaussagen
  aus Betriebsökobilanz automatisch generierbar, interessant für betriebsübergreifende Aspekte

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Workshop zum Thema: Relevante Einflussgrößen

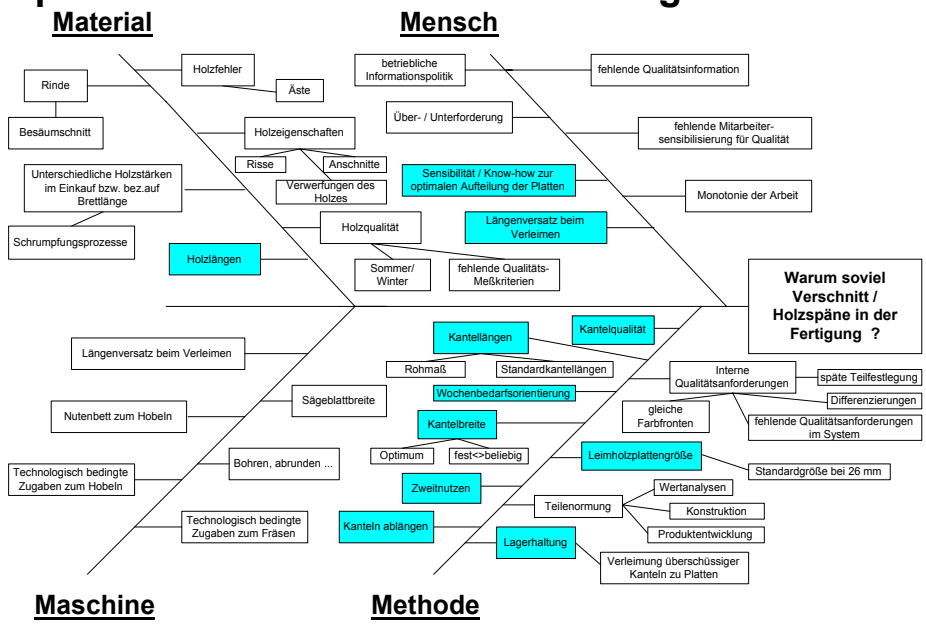


Abbildung 38: Einflussfaktoren für den Anfall von Holzverschnitt bzw. Holzspäne in der Fertigung

Das entwickelte Umweltkennzahlensystem umfasst folgende Kennzahlen:

Umweltkennzahlensystem der Fa. Göhring

- Holzeffizienzkennzahlen bezogen auf die Fertigungsprozesse Schnittholzzuschnitt, Kantelproduktion, Leimholzplattenherstellung, Formatplattenfertigung
- Kennzahl zur Beschreibung des Produktspektrums: durchschnittliche Plattengröße

- Massivholzanteil
- Anteil Ökologische Oberflächenbehandlung
- Leinöleffizienz
- Gefahrstoffeinsatz / Anzahl, Menge, Anteil
- Verpackungsanteil / davon Kartonagenanteil
- Energieverbrauch / absolut, spezifisch, Elektroenergieanteil
- Abfallmenge außer Holz / davon Verwertungsquote, Gewerbemüllanteil
- Wasserverbrauch / absolut, spez. Kondensatwasserverbrauch, spez. Sanitärwasserverbrauch

Die Basis zur Generierung der Betriebsumweltbilanz bildet ein Ökokonten-rahmen, in dem die Input- und Outputströme des Unternehmens adäquat abgebildet und die vorhandene Datenstruktur weitgehend genutzt werden können.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

10.4.3 Konzepte zur informationstechnischen und organisatorischen Integration

Aufbauend auf diesem Ansatz zum Instrumenteneinsatz wurden Konzepte zur informationstechnischen und organisatorischen Implementierung entwickelt, welche einerseits das vorhandenen betrieblichen Informationssystem Navision Financials und andererseits die flache Hierachie im Unternehmen berücksichtigten.

Das Konzept zur informationstechnischen Integration hatte zum Ziel, einerseits das entwickelte Kennzahlensystem für die Holzeffizienz in den relevanten Bereichen in das bei Göhring betriebene ERP-System Navision Financials zu ermöglichen und andererseits durch die Erweiterung der Artikel-Stammdatenstruktur in Navision Financials die Berechnung der übergreifenden Umweltkennzahlen und die Durchführung einer Umweltbetriebsbilanz zu erleichtern. Die interne Abstimmung des Konzeptes erfolgte über einen längeren Zeitraum, wobei die Erfahrungen aus der teilweise parallel verlaufenden Implementierung kontinuierlich in die Arbeiten flossen. Außerdem wurde das im Projekt vorgesehene externe Softwarehaus in die Arbeiten einbezogen. Parallel wurde das Konzept zur organisatorischen Implementierung erarbeitet.

Über die Implementierung der Holzeffizienz-Kennzahlensystems sollte z.B. das bei Göhring im Einsatz befindliche ERP-System so erweitert werden, dass Ist-Daten über die an einem Tag produzierten Mengen an Zwischenprodukten wie Kanteln, Leimholzplatten u. ä. erfasst werden können. Daraus sollen Kennzahlen berechnet und auf der Grundlage dieser Kennzahlen verschiedene Auswertungen durchgeführt werden können.

Die dazu notwendige Datenerfassung ist beispielhaft in der folgenden Abbildung dargestellt.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

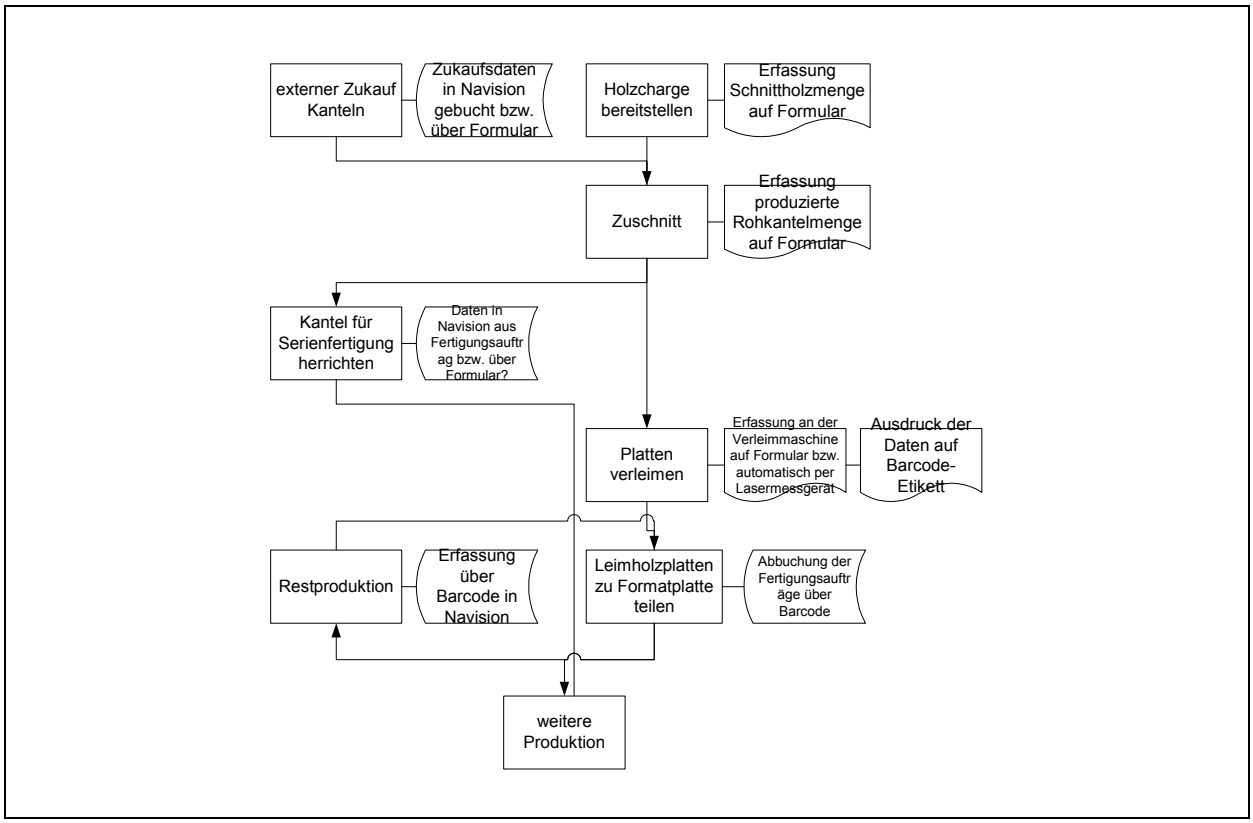


Abbildung 39: Produktionsablauf und die entsprechende Datenerfassung, ohne Inventur

Arbeitsergebnisse dieser Arbeitsphase waren:

- das Lastenheft für die softwaretechnische Implementierung eines Holzeffizienz-Kennzahlensystems und einer Umweltbetriebsbilanz,
- eine Aufgabenbeschreibung für die softwaretechnische Umsetzung für das externe Softwarehaus sowie
- das überarbeitete Umwelthandbuch sowie
- weitere Umweltdokumentationen, in denen Abläufe, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten bei der Datenerfassung und im Berichtswesen definiert wurden.

Implementierung und Erprobung

Die Implementierung und Erprobung des entwickelten Konzeptes begann damit, dass in einem ersten Schritt für die verschiedenen Arbeitsbereichen die vorhandenen Datenerhebungsformulare um neue Informationen erweitert bzw. eine Anzahl von Formularen komplett neu entwickelt wurden.

Mit Hilfe dieser Formulare begann die kontinuierliche Datenermittlung und Berechnung von Kennzahlen auf Excelbasis. Diese Lösung bildete sozusagen den Prototypen zur Überprüfung der informationstechnischen Umsetzung. Die Erfahrungen aus der Erprobung flossen direkt in die Weiterent-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

wicklung des Gesamtkonzeptes inklusive der Weiterentwicklung der Erfassungsformulare. Erschwert wurde die Erprobungsphase dadurch, dass sich zum gleichen Zeitpunkt das Produktspektrum durch den Einsatz der Kernbuche stark erweiterte. Dadurch erhöhte sich die Komplexität der Datenerfassung und -auswertung, so dass das Gesamtkonzept erweitert werden musste.

Die softwaretechnische Implementierung der Umweltbetriebbilanz wurde durch ein Softwarehaus im Projektzeitraum umgesetzt.

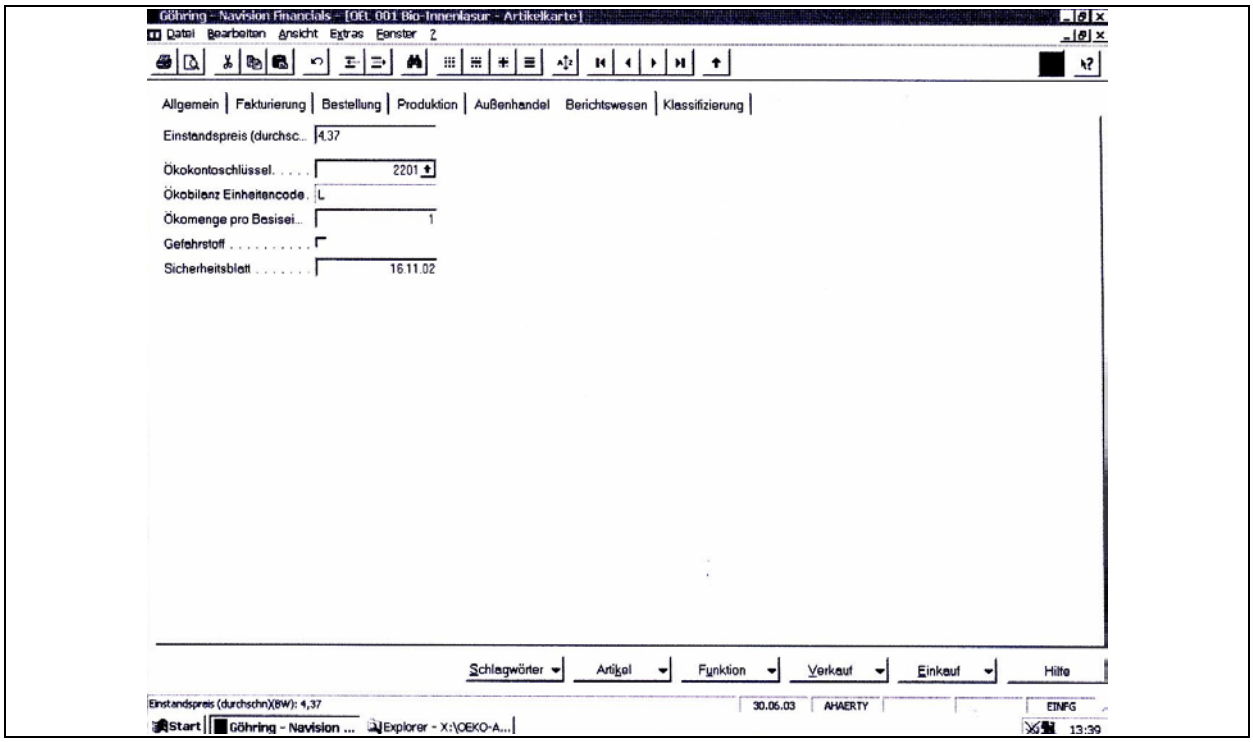


Abbildung 40: Angepasstes Hauptmenü-Fenster in Navision Financials

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

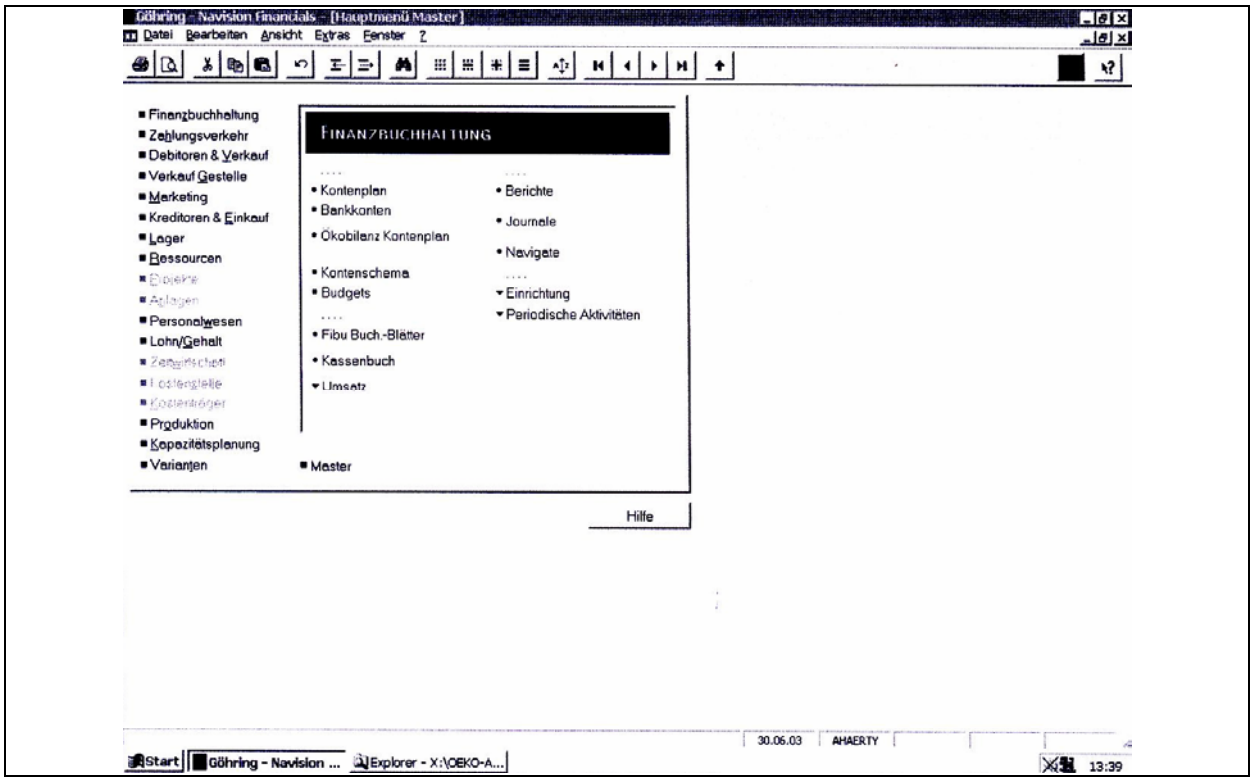


Abbildung 41: Realisiertes beispielhaftes Artikelkarten-Fenster für Bio-Innenlasur in Navision Financials

Die Implementierung des Holzeffizienz-Kennzahlensystems erfolgte auf Basis des erarbeiteten Pflichtenheftes auf Excel-Programmierstand. Deren Erprobungen und die Berücksichtigung der Veränderungen in den betrieblichen Stoffströmen (Einbeziehung von Kernbuche, neue Holzstärken und externer Plattenzukauf) führten zu Anpassungen für das vom Softwarehaus erarbeitete Programmierkonzept zur Umsetzung in Navision Financials. Aus Komplexitätsgründen wurde der vorgesehene Regelkreis Restproduktion vorerst nicht berücksichtigt.

Diese notwendigen Anpassungsleistungen führten dazu, dass der vorgesehene Zeit- und Kostenrahmen für die endgültige Integration des Holzeffizienz-Kennzahlensystems ins ERP-System ausreichte. Diese Integration wird aus Eigenmitteln weiter erfolgen.

Im Rahmen der organisatorischen Implementierung des Konzeptes wurden Mitarbeiter in ihre Tätigkeiten unterwiesen. Auf Basis des Konzeptes wurden konkrete Aufgaben und deren Verantwortlichkeiten definiert und im Umwelthandbuch dokumentiert. Für bestimmte Tätigkeiten wurden Arbeitsanweisungen und Formblätter erarbeitet sowie das Umwelthandbuch aktualisiert. Darüber hinaus führte deren Umsetzung im betrieblichen Alltag zu einer Aktivierung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses in wichtigen Produktionsprozessen.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Zuschneideband Pendelsäge Z10 **ID-Nr. 1302**

Vorhobeln

Zuschneidewoche (mit verleimen) **11.KW**
Fertigungswoche Werk 1 **12.KW**
Fertigungswoche Werk 2 **13.KW**

Holzart :	26er Kern-Buche	Auftrag :	Bedarf 12.KW	Teil 1	Teil 2	Teil 3
Termin	Geplante Zeit	Kalkulierte Menge	Datum	Schicht	Schicht	Schicht
20.03.2002	29,9772	32,9420 m³	08.03.01			
Länge	Breite	Stück		P.-Nr.	P.-Nr.	P.-Nr.
				Stempeln	Stempeln	Stempeln

immer ganze Pakete schneiden !!
Hauptlänge 1790mm schneiden !!

keine kurzen Längen schneiden !!

Einsatz Teil 1 **Qualität**

Lieferant	Charge	Pak	m³	A	B	C
Ruhlandt	12.10.1	11	2,567		x	
Ruhlandt	12.10.1	9	2,632	x		
Ruhlandt	12.10.1	10	2,451		x	
Feuerstein	05.11.1	3	2,321		x	
Feuerstein	05.11.2	5	2,896		x	

zurück

Einsatz Teil 2 **Qualität**

Lieferant	Charge	Pak	m³	A	B	C

zurück

Einsatz Teil 3 **Qualität**

Lieferant	Charge	Pak	m³	A	B	C

Abbildung 42: Beispiel für ein Produktionsdatenerfassungsformular

10.4.4 Fazit

Die Erfahrungen bei Göhring verdeutlichen, dass die Ökoeffizienz des Unternehmens durch den verknüpften, prozessorientierten Einsatz von Umweltcontrollinginstrumenten gesteigert wird und Anreize für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) im Unternehmen bietet. Außerdem unterstützen sie die aufwandsarme Erstellung notwendiger Grundlagen im Rahmen von (Re)validierungen des betrieblichen Umweltmanagementsystems.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Durch die hohe Leistungs- und Anpassungsfähigkeit heutiger ERP-Systeme (z. B. Navision Financials) in Kombination mit Standardsoftware ist die dafür notwendige effektive Informationsgenerierung auch in mittelständischen Unternehmen aufwandsarm möglich. Das bei Göhring entwickelte Konzept ist dabei flexibel und erweiterbar.

Mit Hilfe der im Projekt implementierten Instrumente konnte beispielsweise die Ökoeffizienz für die im Projektverlauf in Deutschland erstmalig eingeführte Produktinnovation Kernbuchemöbel schon frühzeitig in der Konzeptphase nachgewiesen werden. Der neuartige Einsatz von Kernbuche, ein Material, welches gegenüber der klassischen hellen Buche bisher in der Holzindustrie eher als „minderwertiges“ Holz bzw. Abfall angesehen wurde, im hochwertigen Massivholzmöbelbau bewirkt eine erhebliche Erhöhung der Ressourceneffizienz der Buche. Dadurch gelingt es, das gesamte Schnittholz hochwertig in der Möbelherstellung zu verwenden.

10.5 Zwischenfazit aus den Erfahrungen mit den Pilotvorhaben

Auf Grund der fortgeschrittenen Leistungs- und Anpassungsfähigkeit heutiger EDV-Software und insbesondere heutiger ERP-Systeme zeigte sich, dass eine immer effektivere und aufwandarme Informationsgenerierung auch in mittelständischen Unternehmen möglich ist.

Um Anwendungshemmnisse in den Unternehmen gering zu halten, hat es sich als sehr günstig erwiesen, auf vorhandene Tools, ERP-Systeme oder auch Standardsoftwaresysteme zurückzugreifen. Alternativ auf dem Markt verfügbare Software z.B. zur Ökobilanzierung wurden letztlich außer für die Analysephase nicht von den Unternehmen genutzt und eingeführt.

Für eine nachhaltige organisatorische Implementierung wurde deutlich, dass sie besonders dann erfolgreich war, wenn neben in der Analysephase einmalig analysierten Optimierungspotenziale durch die entwickelten Umweltcontrollininstrumentenlösungen dauerhafte Vorteile und Nutzenpotenziale für das betriebliche Umweltmanagement aufgezeigt werden konnten. Die Chancen für eine dauerhafte Implementierung sind am Größten, wenn die erreichbaren inkrementellen ökologischen Verbesserungen mit ökonomischen Effizienzsteigerungen einhergehen, d.h. z.B. das die eingesetzten Umweltkennzahlen mit klassischen Produktivitätskennzahlen vergleichbar sind und somit zu ökologischen und ökonomischen Optimierungen führen. Weitere von Unternehmen als wichtig erachtete Nutzengrößen sind zum einen die Verringerung des Erhebungsaufwandes sowie die Dynamisierung von KV-Prozessen durch verbesserte Informationsbereitstellung.

Die erfolgreiche Durchführung von Umweltcontrolling-Projekten hängt neben einem effektiven Projekt- und Prozessmanagement wesentlich vom Stellenwert ab, den insbesondere die Unternehmensführung dem Projekt beimisst.

Umweltcontrolling-Projekte sind besonders dann erfolgreich, wenn sie als Controlling-Projekte durchgeführt werden. Dazu muss einerseits Kompetenzen für das Projekt- und Prozessmanagement eines solchen Projekts vor-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

handen sein und der Projektleiter als interner Prozesspromotor des Projekts fungieren können.

Andererseits muss das Projekt als Querschnittsaufgabe angesehen werden und dementsprechend Funktionsträger aus verschiedenen Unternehmensbereichen wie z. B. Controlling, Produktion, Umweltmanagement, Qualitätsmanagement und Geschäftsführung. Dabei müssen Fachkräfte mit Methoden- bwz. Instrumentenkompetenz und IT-Kompetenz eng zusammenarbeiten. Zur Unterstützung und Umsetzung von Umweltcontrolling-Projekte ist in den meisten Fällen eine Beratung durch externe Partner notwendig.

Weiche Hindernisfaktoren (Überzeugung der Mitarbeiter, Motivation der Projektteammitglieder, Projektteamzusammenstellung, …) können das Projektergebnis mehr als fachliche oder technische Hemmnisse beeinflussen.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

11 Integriertes Konzept zur Einführung von Instrumenten des Umweltcontrolling

Das Forschungsprojekt INTUS befasste sich mit den drei wesentlichen Fragestellungen, die Unternehmen begegnen, wenn sie die interne Informationsversorgung für eine umweltorientierte Unternehmensführung optimieren wollen. Zu berücksichtigen sind hier (i) die Eignung der verschiedenen Umweltcontrollinginstrumente, (ii) die IT-Unterstützung der Instrumente und (iii) die organisatorische Umsetzung der Einführung und der dauerhaften Anwendung der Instrumente.

Für die dritte beschriebene Herausforderung wurde im Projekt ein umfassendes Phasenkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling entwickelt, in das auch stark die Erfahrungen der vier Umsetzungsvorhaben einfloss.

Der Begriff Institutionalisierung verdeutlicht, dass es bei diesem Konzept nicht um einen weiteren „Einführungsleitfaden“ eines bestimmten Instrumentes geht, sondern das dieses umfassender angelegt ist und versucht, das Dilemma vieler Forschungsprojekte zu umgehen, die mit der Erarbeitung einer Prototyplösung enden, die (noch) nicht in der Unternehmensorganisation institutionalisiert ist. Wesentliche Fragestellungen, die sich aus einer dauerhaften Anwendung ergeben wie beispielsweise die nach dem erwarteten Langzeitnutzen bzw. dem Aufwand zur Aufrechterhaltung des Instrumentes, werden in dem Gesamtkonzept antizipiert.

Für den erfolgreichen Einsatz eines Umweltcontrollinginstrumentes im Unternehmen ist neben der absoluten Höhe des Nutzens der Implementierungsaufwand sowie der spätere laufende Aufwand zur Aufrechterhaltung der Funktionalität der Instrumentenlösung ausschlaggebend. Mit dem Ziel, diese beiden Aufwandsgrößen zu reduzieren, wurde das Phasenkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling entwickelt. Dieser Prozess wird als organisatorische Innovation aufgefasst, denn es zeigt sich, dass sich viele Erkenntnisse aus der betrieblichen Innovationsforschung übertragen lassen. In der Reflexion zahlreicher Phasen- und Promotorenmodelle für betriebliche Innovationsprozesse orientiert sich das entwickelte Phasenkonzept an dem Phasenmodell zur Institutionalisierung von organisatorischen Innovationen von Tolbert/Zucker (1996), da dieses Phasenmodell die oft vergessene Thematik der organisatorischen Verstetigung im Unternehmen gebührend berücksichtigt. Das Konzept umfasst vier Phasen: (i) Ideengenerierung (Invention), (ii) spezifische Problemlösung (Habitualization), (iii) Implementierung (Objectification) und (iv) Alltagsanwendung (Sedimentation) (siehe auch Abbildung 44)

Ideengenerierung: Diese Phase umfasst die Ideensuche und –vorauswahl und endet in der Regel mit einer positiven oder negativen Entscheidung zur Konkretisierung der Ideen durch weitere Aktivitäten. In unserem Kontext ist die eigentliche Invention nicht die Erfindung von neuen Umweltcontrollinginstrumenten sondern die Generierung von Ideen zur unternehmensspezifischen Anpassung und zur organisatorischen Einführung und Verankerung im Unternehmen unter Beachtung einer adäquaten DV-Unterstützung. Diese

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Phase beinhaltet ebenfalls die zur Ideengenerierung notwendigen Voranalysen.

Spezifische Problemlösung: Die Phase der Habitualization umfasst die Herausbildung von Verhaltensmustern zur Lösung von Problemen und die Identifikation derartiger Muster anhand von spezifischen Merkmalen. In unserem Kontext umfasst diese Phase basierend auf Detailanalysen einerseits die Entwicklung von möglicherweise mehreren spezifischen Problemlösungsalternativen und andererseits den prototypischen Probelauf der präferierten Lösung.

Implementierung: Als Stufe der Objectification kann die Entwicklung von allgemeinen, gemeinsamen Bedeutungen der adaptierten Verhaltensweisen angesehen werden, wodurch eine „Verortung" von Handlungen möglich ist. Hier wird der institutionelle Charakter der Neuerung bereits an ausgeprägten, allerdings noch informellen Strukturen erkennbar. In unserem Fall umfasst diese Phase die organisatorische Verankerung durch Definition von Aufgaben und Verantwortlichkeiten und deren betriebliche Umsetzung in die Aufbau- und Ablauforganisation inklusive der Realisierung der IT-Unterstützungslösung.

Alltagsanwendung: Die Sedimentation hat stattgefunden, wenn eine Etablierung der Verhaltensweisen hin zu „gegebenen Strukturen (Formalstrukturen) erfolgt ist. Die Herkunft dieser Formalstrukturen ist nicht mehr erkennbar bzw. relevant, und die Abläufe sind durch Routine und Personenunabhängigkeit gekennzeichnet. Im Falle der Umweltcontrollinginstrumente bedeutet dies, dass sie routinemäßig im Rahmen des betrieblichen Umweltcontrolling genutzt sowie notwendige Anpassungen / Weiterentwicklungen am Instrument bzw. an der IT-Infrastruktur vorgenommen werden.

Durch diese vier Phasen wird der Gesamtprozess einerseits genügend strukturiert, andererseits ist Platz für weitere Detaillierungen zur Ausgestaltung der einzelnen Phasen des Innovationsprozesses.

Neben der Ausführungsqualität, die durch methodische Professionalität und Systematik bestimmt wird, lassen sich für den Implementierungs- und Institutionalisierungsprozess drei weitere wichtige Einflussgrößen ableiten, die im Projekt vertieft bearbeitet wurden:

- Instrumenten-Know-how,
- IT-Unterstützung bzw. Integration und die
- organisationale Lernfähigkeit des Unternehmens.

Bezüglich der erstgenannten obigen Einflussgröße wurde im Projekt untersucht, in wie weit die Instrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung zur Unterstützung der Aufgaben des Umweltmanagements geeignet und kombinierbar sind. Hierzu wurde ein Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung erarbeitet (siehe Kapitel 7). Im

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Projekt wurde deutlich, dass mit einer Kombination von betrieblicher Umweltbilanz und Umweltkennzahlen zumeist eine gute Aufgabenabdeckung erreicht wird. Das Instrument der Flusskostenrechnung erfordert bedeutend mehr Expertenwissen. Deren dauerhafte Einführung kommt nur für Unternehmen mit solchen Produktionsstrukturen in Betracht, bei denen durch die kontinuierliche Bereitstellung von Flusskosteninformationen auch dauerhaft in nennenswertem Umfang Materialverluste reduziert werden können.

Das erarbeitete IT-Konzept zeigt, welche Bandbreite von Lösungen grundsätzlich für die Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente bestehen und welche Lösungen entsprechend dem heutigen Entwicklungsstand empfohlen werden können (siehe Kapitel 9). Für die dauerhafte Bereitstellung stehen folgende grundsätzliche Lösungsansätze bereit und reichen von der Verwendung von ggf. angepasster Tabellenkalkulations- oder Datenbanksoftware, dem Einsatz stoffstromorientierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIS), ERP-integrierten Lösungen bis zu Intranet-basierten IT-Lösungen. Bei den Pilotunternehmen des Forschungsprojekts INTUS haben sich für die dauerhafte Bereitstellung der Umweltcontrollinginstrumente ERP-basierte Lösungen bewährt. Zurückzuführen ist dies einerseits auf die in den vergangenen Jahren deutlich gestiegene Funktionalität und Anpassungsfähigkeit von ERP-Systemen. So können vorhandene Funktionalitäten ohne größere Programmierarbeiten genutzt und über Rollenkonzepte berechnete Auswertungen nutzerspezifisch zur Verfügung gestellt werden. Andererseits kann auf eine Vielzahl von Daten intern zugegriffen, Redundanzen im Datenbestand und Schnittstellen zwischen Systemen verringert und der Pflegeaufwand für die IT-Lösung gering gehalten werden.

Das darüber hinaus im Projekt erarbeitete IT-Einführungskonzept beschreibt, wie modellhaft ein Projekt zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung von Umweltcontrollinginstrumenten durchgeführt werden kann (siehe Kapitel 9.4). Dabei wurden die bestehenden Ansätze des Prototypenmodells und des objektorientierten Modells erweitert, um spezifische Charakteristika der informationstechnischen Implementierung von Umweltcontrollinginstrumenten zu berücksichtigen. Dieses aus neun Phasen bestehende IT-Einführungskonzept lies sich gut in das Gesamtkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling einfügen.

In Bezug auf die dritte Einflussgröße wurden Ansätze des organisationalen Lernens sowie Promotorenmodelle für Innovationsprozesse analysiert und für diesen Anwendungskontext angepasst. Hierbei galt es beispielsweise zu klären, wie die im zumeist interdisziplinären Projektteam vertretenden Fachleute entsprechend ihrer Rolle aktiv in die einzelnen Arbeits- und Lernprozesse einzubeziehen sind. Außerdem sind die wechselnden aber für einen erfolgreichen Prozessverlauf notwendigen Beiträge der verschiedenen Promotoren (Macht-, Fach- und Prozesspromotor) zu beachten (siehe Kapitel 8).

Da das spezifische Know-how im Bereich Umweltcontrollinginstrumente in der Regel nicht zu den Kernkompetenzen eines Unternehmens gehört, wird

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

es für Unternehmen außerdem oft erforderlich sein, auf externes Know-how zurückzugreifen. Hierzu ist es notwendig, in Anlehnung an die anderen Promotoren die Rolle des externen Beraters zu definieren, da von diesem wesentlich der Prozessverlauf mitbestimmt wird. In erster Linie sollte der externe Berater die Rolle des Fachpromotors bei den Themen Instrumententransfer, Organisationsentwicklung und DV-Unterstützung einnehmen. Durch die Art und Weise des Inputgebens von Know-how beeinflusst der Berater zudem wesentlich den Prozess, sollte die Funktion des Prozesspromotors in der Regel aber nicht übernehmen. Diese wichtige Rolle sollte aus Gründen der Akzeptanz, die besonders in der Phase der Alltagsanwendung zur Weiterentwicklung der Unternehmensorganisation entscheidend ist, bewusst von einem Vertreter des Unternehmens wahrgenommen werden.

Außerdem konnte im Forschungsprojekt festgestellt werden, dass sich die Bedeutung der Einflussgrößen im Projektverlauf verändert (siehe Abbildung 43). Während das Instrumenten-Thema, damit verbindet sich insbesondere das Wissen über die Instrumente sowie die Entwicklung der unternehmensspezifischen Umweltcontrollinginstrumentenlösung, besonders zu Beginn eine große Bedeutung besitzt, gewinnen die anderen beiden Einflussgrößen im Projektverlauf erst später an Bedeutung. Für das Thema IT-Unterstützung / Integration kann festgestellt werden, dass es in den Phasen der spezifischen Problemlösung und der Implementierung eine große Rolle spielt (Lastenheft, Prototyp für die IT-Integration), wohingegen das Thema der organisatorischen Lernfähigkeit in der Objektivierungsphase mit der betrieblichen Umsetzung in die Aufbau- und Ablauforganisation seinen Höhepunkt hat.

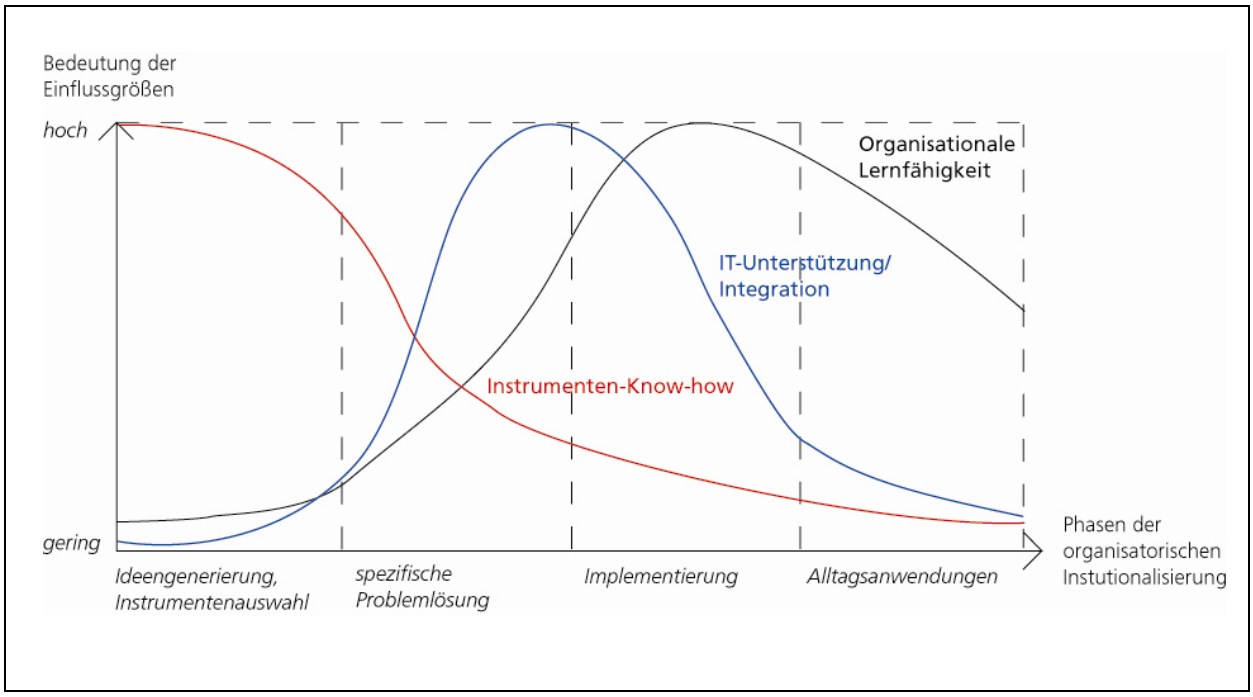


Abbildung 43: Bedeutung der Einflussgrößen im Institutionalisierungsprozess (Quelle: eigene Darstellung)

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Die Prioritätenverschiebungen im Prozessverlauf werden im entwickelten Vorgehenskonzept dadurch berücksichtigt, dass den einzelnen Prozessphasen relevante Leitfragen zugeordnet und die themenspezifisch erarbeiteten Konzepte entsprechend eingebunden sind.

Der folgende Ablaufplan verdeutlicht vereinfacht das entwickelte allgemeine Vorgehenskonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling (siehe Abbildung 44). Vor dem Hintergrund, dass Innovationsprozesse und -systeme in der Realität viel komplexerer Natur sind, soll das dargestellte Prozessmodell auch nicht als lineares Schema verstanden werden. Feedback-Schleifen und Rückkoppelungen zwischen den einzelnen Prozessschritten sind eher die Regel als die Ausnahme. Auf der anderen Seite ist es auch möglich, dass bestimmte Prozessschritte übersprungen werden können.

Als Ausgangssituation kann definiert werden, dass ein Unternehmen das Bedürfnis hat, das betriebliche Umweltmanagement mit einem Einsatz von Umweltcontrollinginstrumenten von vorn herein effektiv zu gestalten bzw. sein betriebliches Umweltmanagementsystem weiter zu entwickeln.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

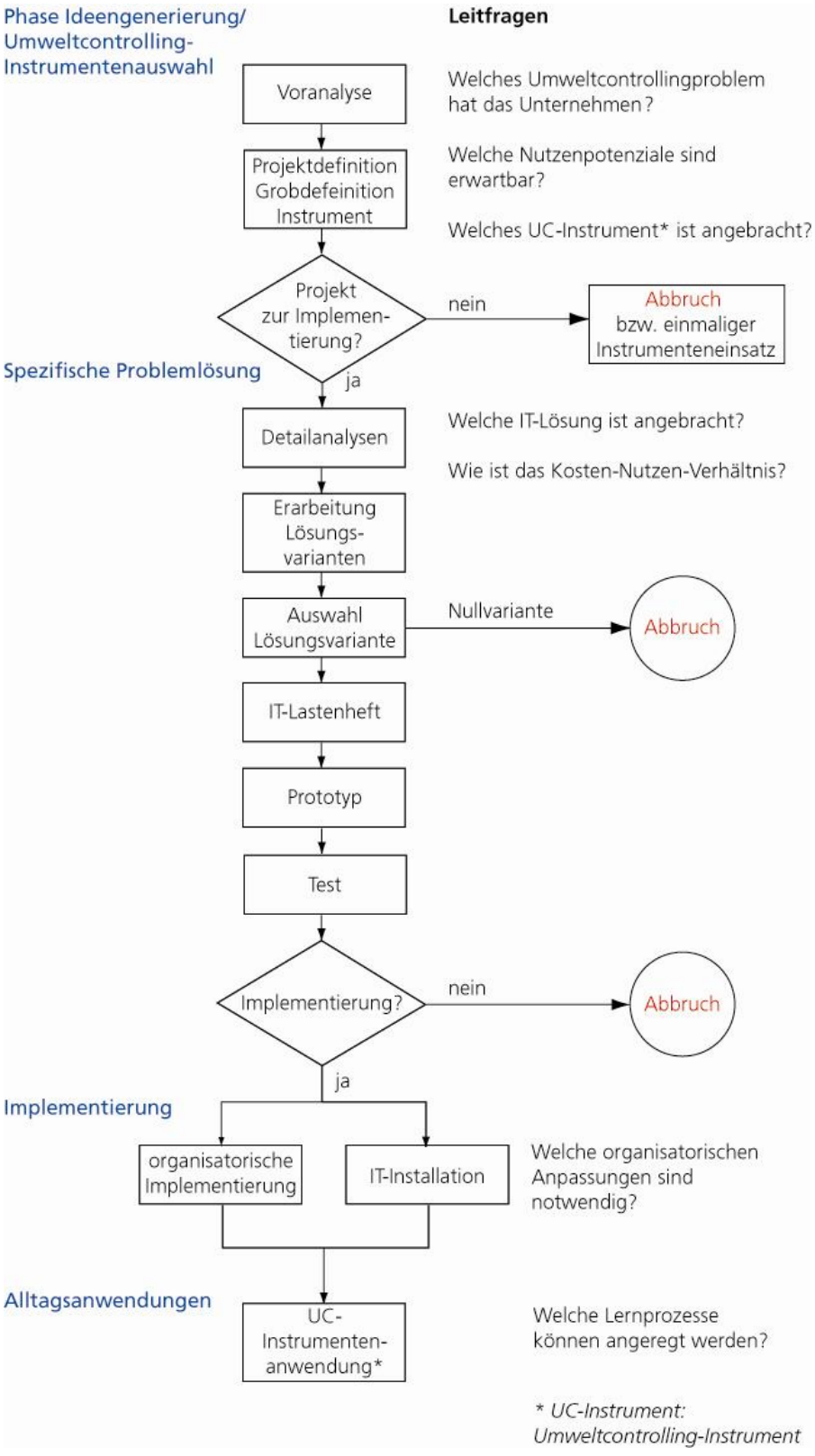


Abbildung 44: Phasenkonzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling (Quelle: eigene Darstellung)

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Phase 1: Ideengenerierung / Umweltcontrollinginstrumentenauswahl

Folgende Leitfragen sind in dieser Phase zu klären:
Welches Umweltcontrollingproblem hat das Unternehmen? Welche Nutzenpotenziale sind für das Unternehmen erwartbar? Welches Instrument bzw. welcher Instrumentenmix ist angebracht?

In Konkurrenz zu dauerhaften Anwendungen von Instrumenten des Umweltcontrollings stehen Analysetools zur einmaligen bzw. unregelmäßigen Nutzung, die nicht in die Unternehmensorganisation und deren Abläufe eingebunden sind. Daher stellt sich aus organisatorischer Sicht gleich in der Phase der Ideengenerierung neben der Frage, welches Instrument am besten die vorhandenen Umweltcontrollingprobleme lösen kann, die Frage, ob der erwartete Langzeitnutzen aus der dauerhaften Anwendung und der organisatorischen Verankerung der Umweltcontrollinginstrumente einerseits den Aufwand für die Implementierung und Aufrechterhaltung rechtfertigt und ob dieser andererseits höher ist, als der Nutzen einmaliger Analysen.

Je nach Ausgangssituation des Unternehmens, d.h. je nach Art und Umfang des bestehenden Umweltmanagementsystems, sind die Arbeitsbausteine der Voranalyse anzupassen. Grundsätzlich geht es in der Voranalyse in einem ersten Schritt darum, im Rahmen eines ein- bis zweitägigen Audits mittels Befragung relevanter Mitarbeiter des Unternehmens einen Überblick zu folgenden Themen erhalten:

- zu den relevanten Umweltaspekten, der Umweltbilanz des Unternehmen sowie den relevanten Material- und Umweltkosten,
- zur Unternehmensorganisation und speziell zur Organisation des betrieblichen Umweltmanagements sowie
- zur vorhandenen Informationstechnik.

Auf der Basis dieser ersten Informationen ist zu entscheiden, ob zur systematischen Identifikation von aktuell vorhandenen Ökoeffizienzpotenzialen vertiefende Analysen bspw. durch Analyse der Flusskosten ausgewählter Materialen oder durch Erhöhung der Detaillierung der bisher erstellten Umweltbilanz etc. vorgenommen werden sollten. In Unternehmen ohne Umweltmanagement ist weiterhin in Erwägung zu ziehen, zumindest in Grundzügen ein Umweltmanagementsystem mit klaren Zuständigkeiten und Zielsetzungen aufzubauen.

Auf der Grundlage der vorhandenen Analysen wird einerseits ersichtlich, ob ein dauerhafter Einsatz von Instrumenten des Umweltcontrolling unter dem Aspekt erwartbarer dauerhafter Nutzenpotenziale sinnvoll ist. Andererseits wird unter Nutzung des erarbeiteten Konzeptes zur Instrumentenauswahl ein konkreter Vorschlag über den unternehmensspezifisch geeigneten Einsatz von Instrumenten des Umweltcontrolling abgeleitet und als Projektvorschlag zur Implementierung der Unternehmensführung zur Entscheidung unterbreitet. Bei positiver Entscheidung wird das Projekt weiter geführt.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Die Voranalysephase ist stark durch die Vorgehensweise sowie das Know-how der Auditoren geprägt, die in der Regel externe Berater sein werden.

Die Form der organisatorischen Durchführung der Voranalyse kann in den Unternehmen unterschiedlich gehandhabt werden. Einerseits kann schon von Beginn an ein interdisziplinäres Projektteam gebildet werden, das mit den Auditoren zusammenarbeitet und in dem die Entscheidung über das weitere Vorgehen getroffen wird. Andererseits kann diese Phase auch noch von Experten (z.B. Umweltmanagementbeauftragter) des Unternehmens verantwortet werden. Erst bei positiver Projektentscheidung wird dann ein interdisziplinäres Projektteam gebildet.

Aus Sicht des organisationalen Lernens ist die erstgenannte Vorgehensweise günstiger, da schon in dieser Phase Lernprozesse auf individueller sowie Projektteamebene ermöglicht werden. Die Projektteammitglieder können sich erste Kenntnisse zu den Instrumenten des Umweltcontrolling aneignen sowie ihr individuelles Problemlösungs-Know-how weiter entwickeln.

Bei der Zusammenstellung des Projektteams sollten Personen ausgewählt werden, die die erforderlichen Leistungsbeiträge mit ihrem Fachwissen beisteuern können. Außerdem ist ein geeigneter Projektleiter als Prozesspromotor zu definieren, der das Projekt vorantreibt, im Projekt hilft, administrative Hindernisse zu überwinden und zwischen den unterschiedlichen Projektteammitgliedern vermittelnd tätig wird. Für die erfolgreiche Durchführung von Umweltcontrolling-Projekten ist es besonders wichtig, dass die Unternehmensführung im Projekt ihre Funktion als Machtpromotor bewusst wahrnimmt und ausreichende Projektressourcen zur Verfügung stellt. Dadurch signalisiert sie nach innen hohes Interesse an das Projekt und fördert gleichzeitig das Engagement der am Projekt Beteiligten. Weiche Hindernisfaktoren wie mangelnde Überzeugung der Mitarbeiter, fehlende Motivation der Projektteammitglieder, fehlende Zeitbudgets, Projektteamzusammenstellung etc., die das Projektergebnis oft mehr als fachliche oder technische Hemmnisse beeinflussen können, treten dann in den Hintergrund.

Phase 2: Spezifische Problemlösung

Basierend auf der Entscheidung über das einzusetzende Instrument sind in dieser Phase folgende Leitfragen zu klären: Wie sieht die konkrete unternehmensspezifische Lösung des Umweltcontrollinginstrumentes aus? Welche IT-Lösung ist zur Umsetzung des Instrumentes unter Beachtung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses angebracht?

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Voranalysephase erfolgen jetzt je nach Bedarf noch instrumentenspezifische Analysen, in denen die fachlichen, organisatorischen und informationstechnischen Voraussetzungen detaillierter untersucht werden. Einerseits gilt es dabei konkreter maßgebliche Einflussfaktoren und Handlungsspielräume des Unternehmens und die unterschiedlichen Informationsbedarfe und Benutzeranforderungen zu ermitteln. In der Analyse der Anforderungen werden zukünftige Nutzer des In-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

strumentes aus den unterschiedlichen Unternehmensbereichen einbezogen, um ihren Bedarf an Informationen und Funktionalitäten abzufragen. Andererseits wird in der Analyse umweltrelevanter Daten die Informationsversorgung für das Umweltcontrolling-Instrument, wie z.B. die betriebliche Umweltbilanz oder ein Umweltkennzahlensystem geprüft. Vorhandene Datenformate, die Detailtreue der Daten, die Bezugsgrößen sowie die IT-Systeme, in denen sie vorliegen, werden tiefer analysiert. Außerdem wird geprüft, inwiefern Funktionalitäten vorhandener Systeme, wie z.B. ein bestehendes ERP-System, genutzt und angepasst werden können oder auch, ob neue Software notwendig wäre.

Aus den Analyseergebnissen werden dann Lösungsvarianten zur Ausgestaltung des Instrumentes bzw. Instrumentenmixes und ihrer möglichen informationstechnischen Umsetzung erarbeitet. Die Lösungsvarianten können sich hinsichtlich der Detaillierungsgrade des Instrumenteneinsatzes sowie der Anforderungen an ihrer IT-Implementierung unterscheiden und werden außerdem einer Kosten-Nutzen-Betrachtung unterzogen.

Für diese Analysen und die Ableitung von Lösungsvarianten bieten sich neben gezielten Befragungen besonders gemeinsame Workshops des Projektteams an, in denen die vielfältigen Erfahrungen und Ideen der Projektbeteiligten aktiv genutzt werden können.

Diese Betrachtungen geben dem Projektteam sowie den Verantwortlichen im Unternehmen einen Überblick über die unternehmensspezifische Umsetzbarkeit sowie den zu erwarteten Aufwand und Nutzen. Auf dieser Basis erfolgt eine Entscheidung, welche Lösungsvariante im Projekt weiter verfolgt werden soll. Diese Entscheidung kann auch zur Entscheidung für die Nullvariante, also dem Abbruch des Projekts führen.

Für die ausgewählte Variante wird für die IT-Implemetierung ein Anforderungskonzept in Form eines Lastenhefts erstellt, in dem die Beschreibung der Produktfunktionen erfolgt. Dazu werden die Hauptfunktionen des erwünschten Softwareprodukts auf oberster Abstraktionsebene in Form von typischen Arbeitsabläufen beschrieben, die mit dem zu programmierenden Produkt durchgeführt werden sollen. Die Nutzung von formellen Beschreibungssprachen wie UML oder ARIS bieten sich an. Auf dieser Basis werden die definierten Anforderungen in eine Produktarchitektur umgesetzt und detailliert in einem Pflichtenheft zusammengefasst.

Teilaspekte davon werden in einem Prototyp umgesetzt, in dem Teile der Funktionalitäten abgebildet und ein Teil der Auswertungsmöglichkeiten visuell dargestellt werden. Der Prototyp sollte so programmiert werden, dass er kontinuierlich zum eigentlichen Produkt ausgebaut werden kann und so eine Vorstufe zum Umweltcontrolling-Modul darstellt. So kann zur endgültigen Implementierung bereits geschriebener Code wieder verwendet werden.

Dieser Prototyp wird dann vom Projektteam ausführlich getestet. Zum Testen des Prototyps werden Probedaten aus dem betrieblichen Alltag verwendet und benötigte Auswertungen erzeugt. Benötigte Änderungen werden vom Projektteam formuliert und dann durch Modifizierungen der Produktarchitektur und des Prototyps in einem weiteren Entwurfsschritt umgesetzt.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Diese Iteration wird bei Bedarf ein weiteres Mal wiederholt, um Produktarchitektur und Prototyp zu optimieren.

Die Erfahrung mit den mit in den Umsetzungsprojekten des Forschungsprojekts INTUS zeigen, dass das Durchführen des Entwurfsschritt zur Entwicklung von Produktarchitektur und Prototyp im kleinen Kreis des Projektteams sinnvoll ist, die Rückkopplung mit weiteren Nutzern macht erst nach einem Implementierungsschritt Sinn.

Der Umfang der beschriebenen Arbeitsschritte vom Erstellen des Lastenheftes bis zum Testen des Prototyps ist natürlich sehr stark vom Umfang und der Komplexität der notwendigen Programmerarbeiten abhängig. In mittelständischen Unternehmen bzw. bei geringerem IT-Aufwand können Arbeitsschritte auch zusammengefasst werden.

Nach Abschluss der Testphase ist eine optimierte unternehmensspezifische Problemlösung entwickelt worden, über deren tatsächliche Implementierung und Institutionalisierung in das Unternehmen in einem weiteren Schritt entschieden werden muss.

Parallel dazu wird auf Basis der Organisationsanalyse ein Konzept zur organisatorischen Implementierung der Instrumentenlösung erarbeitet, in dem unternehmensspezifisch Abläufe, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten definiert sind, die einerseits die gewünschte kontinuierliche Nutzung der Instrumentenlösung als Controlling- und Informationsinstrument gewährleisten und andererseits die dauerhafter Funktionsfähigkeit und Weiterentwicklung der IT-Lösung sicherstellen.

Die Phase der Entwicklung der spezifischen Problemlösung erfordert auf Grund der Vielfältigkeit der beschriebenen Arbeitsschritte ein effektives Projektmanagement sowie die aktive und in derartigen Projekten oft notwendige vermittelnde Tätigkeit des Prozesspromotors. Darüber hinaus wird die Prozessqualität stark durch die Projektteamarbeit geprägt. Je besser es gelingt, die Projektteambeteiligten und zum großen Teil auch späteren Nutzer mit ihren unterschiedlichen fachlichen Know-How in die Analysen, Variantenerarbeitung, IT-Prototypenentwicklung und –testen, organisatorische Konzeptentwicklung aktiv mit einzubeziehen, um so größer wird die Akzeptanz für die entwickelte Lösung sein. Dazu ist es notwendig, ihnen genügend zeitlichen Freiraum für die Mitarbeit im Projekt zu gewähren und die notwendigen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

Organisationale Lernprozesse finden in dieser Phase in erster Linie auf individueller sowie Projektteamebene statt. Die Projektteammitglieder eignen sich vertiefende Kenntnisse zu den Instrumenten des Umweltcontrolling an und können ihr individuelles Know-how zum Lösen von Problemen sowie zur Projektarbeit weiter entwickeln. Zur Unterstützung dieser Lernprozesse bietet sich in dieser Phase insbesondere der Einsatz von Methoden zur Kreativitätsförderung an. Durch Methoden wie Brainstorming, Metaplan, Denkhüte oder Rollenspiele kann das noch brachliegende Wissen und der Erfahrungs-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

schatz der Projektbeteiligten aktiv zur Erarbeitung der optimalen Lösungsvariante nutzbar gemacht werden. Bei der Entwicklung des Konzeptes für die organisatorische Implementierung können außerdem Methoden der Organisationsentwicklung wie z.B. das Organisationsgesundheitsbild unterstützend eingesetzt werden.

Phase 3: Implementierung

Für die Implementierungsphase sind besonders folgende Leitfragen zu lösen: Wie kann die entwickelte Instrumentenlösung effektiv in die organisatorischen Abläufe des Unternehmens integriert werden und welche organisatorischen Anpassungen sind notwendig? Wie kann der entwickelte Prototyp in die vorhandene IT-Infrastruktur eingepasst werden und welche Schnittstellen zu bereits vorhandenen Software-Komponenten sind zu programmieren?

Mit der Implementierung der erarbeiteten Instrumentenlösung werden zwei Zielstellungen verfolgt:

- die Gewährleistung der kontinuierlichen Nutzung der Instrumentenlösung als Controlling- und Informationsinstrument im betrieblichen Umweltmanagement des Unternehmen

- die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und der Weiterentwicklung der Instrumentenlösung.

Hierzu wird der entwickelte Prototyp in die vorhandene betriebliche IT-Infrastruktur des Unternehmens eingepasst. Setzt das Unternehmen ein ERP-System ein, so kann dieses in den meisten Fällen als Plattform zur Umsetzung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling genutzt werden, da ein ERP-System zum heutigen Entwicklungsstand zumeist Funktionalitäten hierfür zur Verfügung stellt. Ein wichtiger Punkt bei der Implementierung ist die Programmierung von Schnittstellen zu bereits vorhandenen Software-Komponenten zum Auslesen von Daten und zum eventuellen Zurückspielen von Auswertungen, die mit Hilfe der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling erstellt worden sind. Dabei können vorhandene Schnittstellen zumeist angepasst und weiter verwendet werden.

Dieses Pilotsystem wird mit dem Projektteam und den zukünftigen Benutzern in enger Zusammenarbeit getestet und ggf. noch weiter optimiert. Nach der Verifikation und Validierung erfolgt als Abschluss die endgültige Installation und Eingliederung in die vorhandene IT-Infrastruktur, z.B. in ERP-, PPS- oder Warenwirtschaftssystemen.

In Anwenderschulungen werden die zukünftigen Benutzer des Systems in die Lage versetzt werden, das System zu bedienen und im täglichen Arbeiten sinnvoll einzusetzen. Eine Schulung kann zum Beispiel die Bedienung der Benutzungsoberfläche, das korrekte Ausführen der verschiedenen Funktionalitäten sowie die Einbindung in die Prozesse am Arbeitsplatz beinhalten.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Auf Basis des erarbeiteten Konzeptes zur organisatorischen Implementierung werden organisatorische Abläufe angepasst bzw. neu definiert und geeignete Organisationsformen für die Nutzung der entwickelten Instrumentenlösung des betrieblichen Umweltcontrolling eingeführt. Die neuen Aufgaben und Verantwortlichkeiten werden gemeinsam mit den entsprechenden Mitarbeitern abgestimmt. In Form von Verfahrens-, Arbeitsanweisungen, Datenerhebungsformblättern, Systembeschreibungen etc. werden diese in den entsprechenden Managementunterlagen dokumentiert und allen Benutzern zur Verfügung gestellt. Der Umfang der beschriebenen Arbeitsschritte ist natürlich sehr stark vom Umfang und der Komplexität der notwendigen Implementierungsarbeiten abhängig.

Diese Kombination von Schulung und Dokumentation soll gewährleisten, dass die zukünftigen Benutzer die Instrumentenlösung kontinuierlich und effektiv im Arbeitsalltag nutzen können.

Die Phase der dv-technischen und der organisatorischen Implementierung erfordert auf Grund der Vielfältigkeit der beschriebenen Arbeitsschritte ein effektives Projektmanagement sowie die aktive und in derartigen Projekten oft notwendige vermittelnde Tätigkeit des Prozesspromotors. Bei der Übertragung der neuen Aufgaben und Verantwortlichkeiten auf die Mitarbeiter muss darauf geachtet werden, dass für diese Tätigkeiten genügende Zeitressourcen zur Verfügung gestellt werden. Zumeist endet das Projekt formal mit der erfolgreichen Implementierung der entwickelten Lösung.

Neben individuellen Lernprozessen geht es in dieser Phase stark um die Weiterentwicklung der Unternehmensorganisation. Hierbei ist es besonders wichtig, organisatorische Formen zu finden, die nicht nur die „formale“ Nutzung der entwickelten Instrumentenlösung gewährleisten, sondern gerade eine aktive und kreative Nutzung z.B. durch Schaffung von Räumen und Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch bewirken. Ziel des Instrumenteneinsatzes ist es ja, den kontinuierlichen Verbesserungsprozess im betrieblichen Umweltschutz zu dynamisieren und zu neuen Ideen und Lösungen anzuregen.

Phase 4: Alltagsanwendung

Für die Phase der Alltagsanwendung stellt sich besonders die Frage: In welcher Form können Lernprozesse mit der entwickelten Instrumentenlösung angeregt werden?

Die Phase der Alltagsanwendung entscheidet letztlich über die Qualität der entwickelten Instrumentenlösung sowie deren Implementierung in die Unternehmensorganisation. Die dauerhafte Verankerung der Instrumentenlösung wird nur dadurch gerechtfertigt, dass vom Instrument immer wieder Impulse für das betriebliche Umweltmanagement ausgehen und Nutzenpotenziale erschlossen werden können.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Ein hoher Institutionalisierungsgrad ist erreicht, wenn das Instrument routinemäßig im Rahmen des betrieblichen Umweltcontrolling genutzt wird sowie offen für Anpassungen und Weiterentwicklungen ist. Besonders wichtig ist es, dass vom Instrument Impulse für weitere Lernprozesse im Unternehmen ausgehen, in dem es als Informationsgrundlage dient und als Instrument zur Steuerung, zur Zielerreichung und zur Zielsetzung im Rahmen des betrieblichen Umweltmanagements genutzt wird. So können die Instrumente in Verbindung mit anderen Organisationsformen wie z.B. Umweltzirkel oder ökologisches Vorschlagswesen im Unternehmen eine breite Wirkung entfalten und entscheidend zur Dynamisierung des kontinuierlichen Verbesserungsprozess und zur Verbesserung der betrieblichen Umweltleistung beitragen.

In dieser Phase muss außerdem dafür gesorgt werden, dass die entwickelte IT-Lösung gewartet und ggf. angepasst und weiterentwickelt wird. In der Wartung werden Fehler und Ursachen, die während des Betriebs der Software auftreten, lokalisiert und behoben. Über ein definiertes Änderungsmanagement können Änderungs- oder Erweiterungsnotwendigkeiten eingearbeitet werden. wünsche neue

Aus umweltfachlicher Sicht ist regelmäßig zu überprüfen, ob die informationstechnische Unterstützung des Umweltcontrolling alle relevanten Umweltaspekte der unternehmerischen Leistung abdeckt. Aus informationstechnischer Sicht ist kontinuierlich zu prüfen, ob sich Änderungen in der unternehmerischen IT-Struktur ergeben haben (beispielsweise neues Release des ERP-Systems, Variante, …), die Anpassungen erforderlich machen. Aus organisatorischer Sicht sind Verantwortlichkeiten und die Integration des Systems in die Aufbau und Ablauforganisation auf die Gewährleistung eines prozesssicheren Ablaufes hin zu überprüfen.

Fazit

Das entwickelte Phasenkonzept ermöglicht es Unternehmen, in optimierten Lernprozessen Instrumente des Umweltcontrolling in die Unternehmensorganisation zu implementieren und institutionalisieren und bindet dabei die im Forschungsprojekt entwickelten Konzepte zur Entscheidungsfindung des Instrumenteneinsatzes sowie zur IT- Unterstützung ein. Die Reflexion der theoretischen Konzepte u.a. zu betrieblichen Innovationsprozessen und zu organisationalem Lernen hat geholfen, dieses schlüssige Phasenkonzept zu entwickeln.

Für die Priorität entsprechender Projekte ist immer noch die Frage nach dem Aufwand-Nutzen-Verhältnis der dauerhaften Integration der jeweiligen Instrumente entscheidend. Das Phasenkonzept sieht daher bewusst entscheidungsorientierte Abbruchmöglichkeiten für den Fall vor, dass der zu erwartende Nutzen des Einsatzes von Umweltcontrollinginstrumenten eine dauerhafte Einführung und organisatorische Verankerung nicht rechtfertigt. In vielen Unternehmen erweist sich der kontinuierliche Einsatz einer Kombination von betrieblicher Umweltbilanz und Umweltkennzahlen (oft schon in Kombination mit anderen betrieblichen Kennzahlen) als effektiver Weg. Bei eher geringer Unternehmensgröße bzw. geringer Umweltrelevanz kann der ein-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

malige oder unregelmäßige Einsatz von Instrumenten zu Analysezwecken vorteilhafter und angemessener sein.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

12 Schlussfolgerungen

12.1 Übergreifende Ergebnisse und politische Empfehlungen

Umweltschutz hat in den Unternehmen unverändert die gleichen Treiber. Mit ihren Umweltschutzaktivitäten streben die meisten Unternehmen primär Compliance, Risikovermeidung, Kostensenkungen und ggf. Vermeidung vom Imageschäden an. Darüber hinaus lässt sich bei einzelnen Personen in den Unternehmen eine umweltorientierte ethisch-moralische Überzeugung feststellen, die aber für sich alleine nicht zu nennenswerten Maßnahmen führt. Vielmehr ist die ethisch-moralische Überzeugung für diese Personen der Antrieb dafür Maßnahmen zu identifizieren, die sich gegenüber Dritten, insbesondere gegenüber den Entscheidern, mit den oben genannten Motivatoren also Compliance, Risikovermeidung oder Kostensenkungen begründen lassen. Dies gilt auch, wenn die Entscheider selbst diese ethisch-moralische Motivation für ein anspruchsvolles Umweltverhalten haben. Dann ist zwar einerseits die Bereitschaft nach entsprechenden Potenzialen zu suchen höher und weiterhin dürften die dann entwickelten Vorschläge eher gutwilliger beurteilt werden. Andererseits müssen auch dort letztendlich die Maßnahmen (zumindest die Mehrheit davon) sich ökonomisch begründen lassen.

Während die Treiber für Umweltschutzmaßnahmen im Prinzip unverändert sind, wurden umweltbezogene Ineffizienzen in Unternehmen mit Umweltmanagementsystemen seit deren Einführung weitgehend beseitigt. Wie auch eine Monitoringstudie des IÖW zeigt (Loew, Clausen 2003), lassen sich nach der Einführung von Umweltmanagementsystemen mit der Zeit zunehmend weniger betriebswirtschaftlich vorteilhafte Umweltschutzpotenziale identifizieren. Ganz offensichtlich greift auch beim betrieblichen Umweltmanagement das Prinzip des abnehmenden Grenznutzens. Nach dem die offensichtlichen und ggf. auch komplexere Umweltschutzpotenziale erkannt und erschlossen wurden, ist es immer schwieriger und aufwändiger neue Ansatzpunke zu finden. Man kann hier auf eine zunehmend weniger steile Lernkurve verweisen.

Diese Feststellung gilt insbesondere unter den gegebenen technischen und politischen Rahmenbedingungen. Damit stellen diese Rahmenbedingungen wichtige Ansatzpunkte dar um eine weitere Verbesserung der Umweltleistung der Unternehmen zu erreichen.

Technische Innovationen können grundsätzlich neue kostensenkende Umweltschutzmaßnahmen erschließen, die ggf. in einzelnen Bereichen zu neuen signifikanten Fortschritten führen können. In Bezug auf die politischen Rahmenbedingungen wird deutlich, dass über Regulierungen wieder wichtige Impulse in die Unternehmen getragen werden können. So wurde beispielsweise bei dem Pilotunternehmen Continental Temic, (analog auch bei anderen Automobilzulieferern) ein großes internes Projekt durchgeführt um ihren Beitrag zur Altautorücknahmeverordnung zu leisten. Von einem anderen Unternehmen ist bekannt, dass die anstehende Lösemittelverordnung die Entwicklung eines Systems zu Erfassung und Überwachung der Lösemittelverbräuche auslöste.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Zum Teil ist also festzustellen, dass neu anstehende Regulierungen für Umweltbeauftragte ein positive Unterstützung für ihre Arbeit darstellen und ggf. auch sinnvolle Entwicklungen und Investitionen anstoßen können. Andererseits wird aber ebenso deutlich, dass einige Umweltvorschriften erhebliche Arbeitszeit der Umweltbeauftragten in Anspruch nehmen, ohne dass durch diese Auflagen (insbesondere Berichtspflichten) Umweltentlastungen induziert oder Risiken vermieden werden. Besonders ärgerlich ist für Unternehmen mit mehreren Standorten in Deutschland, wenn sie in den Bundesländern unterschiedliche Rechtsvorschriften und Berichtspflichten einhalten müssen.[41]

Letztendlich wird im Bereich Regulierungen ein erhebliches Optimierungspotenzial erwartet. In Bezug auf Umweltentlastungen und Risikovermeidung ineffiziente Regulierungen sollten abgeschafft werden. Berichtspflichten und Vorschriften müssten bundesweit, besser natürlich EU-weit vereinheitlicht werden. Die so erreichte Entlastung der Unternehmen kann dann genutzt werden um für andere ökologische Problemlagen neue, besser wirksame Regulierungen einzuführen.

Unter anderem stellen intelligent gestaltete Berichtspflichten bzw. Pflichten bestimmte Unterlagen zu führen einen interessanten Ansatzpunkt dar. Beispielsweise stellen die Gefahrstoffkataster den Umweltbeauftragten eine Grundlage für eine systematisch Reduzierung und Optimierung des Gefahrstoffeinsatzes. Auch von den VOC-Bilanzen werden entsprechende positive Effekte erwartet. Auch eine Pflichtberichterstattung gegenüber der Öffentlichkeit kann mittelbar zu Umweltentlastungen führen. Dies bestätigt beispielsweise die Evaluation der Dänischen Pflichtberichterstattung (Danish Environmental Protection Agency 2003). In dem skandinavischen Land sind über 1000 Unternehmen, die besonders hohe Umweltbelastungen verursachen, verpflichtet regelmäßig eine Umweltbilanz zu veröffentlichen. Die Zahlen der Bilanz muss die Geschäftsführung kommentieren. Nach vier Jahren Pflichtberichterstattung gaben knapp die Hälfte der Unternehmen an, dass sie mittlerweile Umweltentlastungen reduziert habe. Als weiterer Vorteil wird u. a. die verbesserte Kommunikation zu Umweltschutzfragen mit den Mitarbeitern genannt.

Die aktuelle politische Entwicklung im Bereich Klimaschutz oder auch beim Atomausstieg macht auf ein weiteres Problem aufmerksam. Wenn die gesellschaftlichen Zielvorgaben unklar oder auch widersprüchlich sind, dann ist es auch für die Unternehmen schwierig ihre langfristige Strategie und damit verbunden ihr Investitionsverhalten und die Produktentwicklung auszurichten. Deswegen sind auf gesellschaftlicher Ebene klare Zielvorgaben und die Beibehaltung von definierten Zielsetzungen erforderlich um dauerhafte Ver-

[41] Hier sollte der Umgang mit Vielfalt auf die Behörden verlagert werden. Da davon auszugehen ist, dass in keinem Bundesland die Vorschriften ungenügend sind sollte den Untenehmen die Möglichkeit eröffnet werden sich einheitlich an allen Standorten nach den Umweltvorschriften eines Bundeslands in dem das Unternehmen ansässig ist zu richten. Möglicherweise müssten sich dann die Behörden mit einer gewissen Vielfalt befassen, was aber sicherlich mittelfristig zu einer stärkeren Harmonisierung beitragen dürfte.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

besserungen der Umweltleistung bei den Produkten wie auch in der Produktion zu erreichen.

12.2 Nutzen und Verwertbarkeit

Die Zusammenfassungen der Kapitel 7, 8, 9.3 und 9.4 zeigen den Nutzen der Ergebnisse entsprechend der verschiedenen Untersuchungsgegenstände auf. Die Verwertung der Projektergebnisse wird insbesondere durch das Integrierte Konzept zur Einführung von Umweltcontrollinginstrumenten ermöglicht (vgl. Kapitel 10.4). Zusätzlich zeigen die Ergebnisse aus dem Umsetzungsvorhaben bei den vier Betriebsvorhaben den Nutzen und die Praxisrelevanz der Ergebnisse (vgl. Kapitel 10). Es zeigte sich während vielfältiger Transferaktivitäten während des Vorhabens, dass vor allem diese erfolgreichen Umsetzungen in namhaften Unternehmen als Praxisreferenz auf großes Interesse stießen.

Die Verwertbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Forschungsvorhaben wurde während des Vorhabens und unmittelbar nach Ende des Vorhabens durch unterschiedliche Transferaktivitäten und Veröffentlichungen (vgl. Kapitel 14.2) sowie einer eigenständigen Internetseite (http://www.bum.iao.fraunhofer.de/intus) mit Downloadbereich sichergestellt. Die Internetseite wird auch nach Ende des Vorhabens hinaus betrieben werden und zur weiteren Verwertung der Ergebnisse beitragen. Unternehmen und interessierter Öffentlichkeit stehen so auch weiterhin verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, sich über die Projektergebnisse zu informieren.

Darüber hinaus war die Erstellung und Verteilung des Ergebnisbroschüre „Umweltcontrolling in produzierenden Unternehmen” (vgl. Kapitel 14.2.1) ein wichtiger Baustein zum Transfer der Ergebnisse. Diese Broschüre wurde in einer Erstauflage von 1000 Stück gedruckt, die an verschiedene Multiplikatoren (z. B. Industrie- und Handelskammern) versendet wurde. Eine Pressemitteilung zum Thema führte zu einer regen Nachfrage nach der (kostenlosen) Broschüre, sodass die erste Auflage bereits vergriffen ist. Bei weiterer Nachfrage ist aus Eigenmitteln ein Nachdruck der Broschüre geplant.

Zur breiten Streuung der Untersuchungsergebnisse sowie der weiteren Diskussion des Themas „Umweltcontrolling in produzierenden Unternehmen“ haben schließlich die drei während des Forschungsprojekts durchgeführten Industrieworkshops sowie Vorträge auf dem 5. Managementsymposium Produktion und Umwelt des Fraunhofer IAO sowie auf der vom Fraunhofer IAO veranstalteten 11. Tagung Betriebliche Umweltinformationssysteme der Gesellschaft für Informatik e.V. beigetragen (vgl. Kapitel 14.2.4).

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

13 Literatur

Agyris, C.; Schön, D. (1978): Organizational Learning - A Theory of Action Perspective, Addison Wesley, Reading.

Arndt, H.K.: Betriebliche Umweltinformationssysteme. Gestaltung und Implementierung eines BUIS-Kernsystems, Wiesbaden 1997

Berthoin Antal, A.; Dierkes, M. (2000): Organizational learning: Where do we stand? Where do we want to go?, Veröffentlichungsreihe der Abteilung "Organisation und Technikgenese" des Forschungsschwerpunktes Technik-Arbeit-Umwelt am WZB, FS II 00-105, Berlin.

BetrSichV (2002): Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes. BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung. http://www.umweltschutzrecht.de/recht/arbeitss/betsv_ges.htm

Balzert, H. (2000): Lehrbuch der Software-Technik, Bd. I. Software-Entwicklung, 2. Auflage, Spektrum, Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin.

Beucker, Severin; Jürgens Gunnar; Lang, Claus; Rey, Uwe (2002): Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) im Umweltcontrolling – Umfrage zur Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrollings und deren informations-technischen Unterstützung, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart (i)

31. BImSchV (2001): 31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes http://www.umweltschutzrecht.de/recht/luft/bimschg/vo/31bv_ges.htm

Breisig, T.; Wengelowski, P. (1994): Unternehmen als lernende Systeme aus: IÖW/VÖW-Informationsdienst Jg. 9, Nr. 3-4, S. 9f.

Brentel, H. (2000): Umweltschutz in lernenden Organisationen, Zukunftsfähige Unternehmen (6), Wuppertal Papers Nr. 109, September 2000.

Bullinger, H.-J.; Lott, C.-U.: Target Management, Frankfurt 1997

Bullinger, H.-J.; Jürgens, G. (1999): Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) als Grundlage für den Integrierten Umweltschutz, in: Bullinger, H.-J.; Jürgens, G.; Rey, U. (Hrsg.) (1999): Betriebliche Umweltinformationssysteme in der Praxis, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart

Busch, T., Beucker, S., Lehmann, C.: Ressourceneffizienzrechnung in der Mittelständischen Wirtschaft - Ziele und Ergebnisse des care-Projekts, in: Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.): Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften, Konzepte für die Praxis, Köln 2004 (in Druck).

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Bundesumweltministerium; Umweltbundesamt (Hrsg.): Handbuch Umweltcontrolling. München 1995

Bundesumweltministerium; Umweltbundesamt (Hrsg.): Leitfaden betriebliche Umweltkennzahlen, Bonn/ Berlin 1997

Bundesumweltministerium; Umweltbundesamt (Hrsg.): Handbuch Umweltcontrolling, 2.Auflage, München 2001

Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt (Hrsg.): Leitfaden Betriebliches Umweltkostenmanagement, Berlin 2003

Danish Environmental Protection Agency (Hrsg.) (2003) The Danish Green Accounts: Experiences and internal effects (online) http://www.mst.dk/homepage/ (11.6.2004)

Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V. (DQG) (Hrsg.): Umweltmanagementsysteme – Modell zur Darlegung der umweltbezogenen Fähigkeit einer Organisation, DQWG-Schrift 100-21. Berlin; Wien; Zürich 1994

DIN EN ISO 14001 Umweltmanagementsysteme – Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung, Berlin 1996.

DIN EN ISO 14040, Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen Berlin 1997

DIN EN ISO 14041, 1998, Umweltmanagement Ökobilanz, Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz, Berlin

DIN EN ISO 14031 Umweltmanagement Umweltleistungsbewertung Leitlinien, Berlin 2000

DIN EN ISO 14042, 2000, Umweltmanagement Ökobilanz, Wirkungsabschätzung, Berlin

DIN EN ISO 14043, 2000, Umweltmanagement Ökobilanz, Auswertung, Berlin

DIN (Hrsg.) (2003) PAS 1025 „Austausch umweltrelevanter Daten zwischen ERP-Systemen und betrieblichen Umweltinformationssystemen“, Berlin

Dyckhoff, H.: Controlling und betrieblicher Umweltschutz – Ansätze und Perspektiven, Vortrag auf Kick-Off-Workshop ISAC an der FH Pforzheim, 30.02.2001, Pforzheim 2001

Ensthaler, J.; Füßler, A.; Nuissl, D.; Frank, M.: Umweltauditgesetz/ EG-Öko-Audit-Verordnung. Darstellung der Rechtsgrundlagen und Anleitung zur Durchführung eines Öko-Audits. Berlin 1996

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Epstein, M.; Roy, M. (1997), Using ISO 14000 for Improved Organizational Learning and Environmental Management. Environmental Quality Management, Autumn 1997, 21-30.

Fichter, Klaus; Loew, Thomas; Seidel, Eberhard, 1997, Betriebliche Umweltkostenrechnung, Methoden und praxisgerechte Weiterentwicklung, Berlin, Heidelberg, New York

Finger, M.; Bürgin, S.; Haldimann, U. (1996a): Ansätze zur Förderung organisationaler Lernprozesse im Umweltbereich in: Roux, M.; S. Bürgin (Hrsg.) (1996): Förderung umweltbezogener Lernprozesse in Schulen, Unternehmen und Branchen, Birkhäuser, Basel, S. 43-70.

Finger, M.; Bürgin, S.; Haldimann, U. (1996b): Der umweltbezogene organisationale Lernprozess, UmweltWirtschaftsForum, 9/96, S. 21-28.

Fischer, H., Das Instrument der Reststoffkostenrechnung, in: Ökologisch Wirtschaften Nr. 6/2001, München 2001, S. 14-15

Fischer, H., Reststoff-Controlling – ein neues Tool zur Steigerung der Material- und Energieeffizienz, Berlin, Heidelberg 2001

Fowler, M., Scott, K. (2000): UML konzentriert, 2. akt. Auflage, Addison-Wesley, München u. a.

Friedrich, R.; Raffel, F. C. (1998): Das lernende Unternehmen – die lernende Organisation, Eschborn.

Future, IÖW (Hrsg.) Ranking der Umweltberichte 2000 (online) www.ranking-umweltberichte.de (2. 10. 2001)

Gabriel, R., Jenka, B. (2003): Messung der Umweltleistung – Integration von GaBi4 in das Umweltdatenbanksystem der Alcan, in: Spath, D., Lang, C. (Hrsg.): Stoffstrommanagement – Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT, Tagungsband zum 5. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“ am 2 April 2003, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

Gappmeier, M.; Heinrich, L.J. (Hrsg.), 1998, Geschäftsprozesse mit menschlichem Antlitz, Methoden des organisationalen Lernens anwenden, Linz

Gappmeier, M.; Heinrich, L. J. (Hrsg.) (2000): Geschäftsprozesse mit menschlichem Antlitz – Methoden des Organisationalen Lernens anwenden, 2. Auflage, Universitätsverlag Rudolf Trauner, Linz.

Gerpott, Torsten J. (1999): Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement. Eine konzentrierteEinführung, Stuttgart.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Harde, S. (1994): Ökologische Lernfähigkeit – Maßstab für die Qualität der Unternehmensentwicklung. Informationsdienst d. IÖW und VÖW, 5-8/94, 4-9.

Hallay, H.; Pfriem, R.: Öko-Controlling – Umweltschutz, in: mittelständischen Unternehmen. Frankfurt; New York: Campus Verlag 1992

Hauschildt, J. (1997): Innovationsmanagement, 2. Auflage, Verlag Vahlen, München.

Heinrich, Lutz (1997): Management von Informatik-Projekten, Oldenbourg, München/ Wien.

Hennemann, C., 1997, Organisationales Lernen und die lernende Organisation – Entwicklung eines praxisbezogenen Gestaltungsvorschlages aus ressourcenorientierter Sicht, München

Heubach, Daniel; Lang, Claus; Loew, Thomas (2003): Anwendung von betrieblichen Informationssystemen im Umweltcontrolling – Potenziale und Praxisbeispiele, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart [(i)].

Hessisches Ministerium für Wirtschaft Verkehr und Landesentwicklung und Hessische Technologiestiftung (Hrsg.): Leitfaden Flußkostenrechnung - Kostensenkung und Umweltentlastung durch eine Materialflußorientierung in der Kostenrechnung, Wiesbaden 1999, (Bearbeitet durch Fichter, K., Loew, T., Redman, C. und Strobel, M.)

Horváth, P: Controlling. 7. Auflage, München: Verlag Vahlen 1998

Internationale Handelskammer (ICC) (Hrsg.): Umweltschutz-Audits, ICC-Publikation Nr.468, Köln 1989

Jasch, Ch.: Was sind Umweltkosten? in: Ökologisches Wirtschaften 6/2001, München 2001, S.18-19.

Johann, H.P.; Werner, W.: Managementsysteme für Umweltschutz und Qualität – Ist ein gemeinschaftliches System zweckmäßig? in: Umweltwirtschaftsforum (UWF), 2. Jahrgang, Heft 6, 1994, S. 54

Jürgens, G.: Implementierung eines betrieblichen Stoffstrommanagement, in: Bullinger, Hans-Jörg; Eversheim, Walter; Haasis, Hans-Dietrich; Klocke, Fritz (Hrsg.): Auftragsabwicklung optimieren nach Umwelt- und Kostenzielen, Berlin u.a.: Springer 2000, S.259-270

Jürgens, Gunnar; Lang, Claus; Beucker, Severin; Loew , Thomas (2002): Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart[(i)].

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Katsubiko Kokubo: Environmental Cost Accounting in Japan. in: Ökologisches Wirtschaften 6/2001, München 2001

Kessler, P. (2000): Berechnung von Stoffströmen auf Basis vorhandener Produktionsdaten in einem Automobilzuliefererbetrieb. Technische Universität Berlin, Institut für Technischen Umweltschutz Fachgebiet Abfallvermeidung und Sekundärrohstoffwirtschaft, Berlin

Kessler, P.; Jürgens, G.; Rebitzer, G.: Modellierung betrieblicher Stoff- und Energieströme in einem Automobilzulieferbetrieb auf der Grundlage vorhandener Produktionsdaten, in: Treibert, R. H. (Hrsg.), Betriebliche Informationssysteme für Umwelt, Qualität und Sicherheit, Marburg: Metropolis 2001

Kirchmann (1994) Kirchmann, E.: Innovationskooperation zwischen Hersteller und Anwendern, Wiesbaden.

Kleinschmidt, E.J.; Geschka, G.; Coper, R.G. (1996): Erfolgsfaktor Markt – Kundenorientierte Produktinnovation, Berlin.

Klimecki, R.; Thomae, M. (1997): Organisationales Lernen. Eine Bestandsaufnahme der Forschung. Management Forschung und Praxis, Universität Konstanz, Nr. 18.

Koschnick, W.J.: Management - Enzyklopädisches Lexikon. Berlin; New York: 1996

Kottmann, H.; Loew, Th.; Clausen, J.: Umweltmanagement mit Kennzahlen, München 1999

Kramer, M.; Brauweiler, H.-Chr.; Eiffler, P.: Flussorientierte Kostenrechnung in der Landwirtschaft, in: Ökologisches Wirtschaften 6/2001, München 2001

Krcmar, H. (2000): Informationsmanagement, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin u. a., 2002.

Kreikebaum, H. (1996): Die Organisation ökologischer Lernprozesse im Unternehmen. UmweltWirtschaftsForum, 9/96, 4-9.

Küpper, H.-U.: Controlling. Konzeption, Aufgaben, Instrumente, Stuttgart 1997

Kyas, O. (1997): Corporate Intranets. Strategie, Planung, Aufbau. 1. Aufl., Internat. Thomason Publ., Bonn.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) (Hrsg.): Arbeitsmaterialien zur Einführung von Umweltkennzahlensystemen, Karlsruhe 1999

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

LfU Baden-Württemberg (Hrsg.): Leitfaden „Betriebliches Material- und Energieflussmanagement – Öko-Effizienz durch nachhaltige Reorganisation“, Karlsruhe, 1999.

Lang, Claus; Rey, Uwe (2002): Analyse von ERP-Systemen als Datenlieferant für Betriebliche Umweltinformationssysteme zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart(i).

Lang, Claus; Keil, Michael, Heubach, Daniel (2003): Stoffstrommanagement für klein- und mittelständische Unternehmen der Mineralwasserbranche, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart(i).

Lang, C. und Jürgens, G. (2003): Aufgaben betrieblicher Umweltinformationssysteme, in: Kramer, M., Brauweiler, J., Helling, K. (Hrsg.): Internationales Umweltmanagement, Band II: Umweltmanagementinstrumente und -systeme, Gabler Verlag, Wiesbaden.

Lang, Claus; Heubach, Daniel (2004): Ein Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

Lied, W. (1999): Umweltcontrolling mit AUDIT und SAP R/3 am Beispiel Felix Schoeller Os-nabrück, Workshop auf dem St. Galler Umweltmanagement Forum 1999, siehe im Internet URL http://www.iwoe.unisg.ch/org/iwo/web.nsf/66431a87ff21c36ac12569f50045e850/c795d55c1ae05c8ec1256a1c0047d9cf/$FILE/11lied.pdf (Stand 15.11.2003)

Loew, Th.; Hjalmarsdottir, H.: Umweltkennzahlen für das betriebliche Umweltmanagement, Schriftenreihe des IÖW 99/96, Berlin 1996

Loew, Th.; Kottmann, H.: Kennzahlen im Umweltmanagement, in: IÖW; VÖW (Hrsg.): Ökologisches Wirtschaften 2/1996, München, Ökom Verlag 1996

Loew, Th, Jürgens, G.: Flusskostenrechnung versus Umweltkennzahlen – Was ist das richtige Instrument für das betriebliche Umweltmanagement?, in: Ökologisches Wirtschaften, Ausgabe 05-06/1999 München 1999

Loew, Th.: Umweltkostenmanagement – Einführung in das Schwerpunktthema, in: Ökologisches Wirtschaften 6/2001, München 2001

Loew, Thomas; Beucker, Severin; Jürgens, Gunnar (2002): Vergleichende Analyse der Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Diskussionspapier des IÖW 53/02, Berlin(i).

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Loew, Thomas (2003): Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

Loew, Th.; Fichter, K.; Müller, U.; Schulz, W.; Strobel M.: Ansätze der Umweltkostenrechnung im Vergleich, Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt, Berlin 2003.

Loew, Thomas (2003): Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Arbeitspapier des IAT der Universität Stuttgart Stuttgart(i).

Loew, Thomas; Clausen Jens (2003) Monitoring von Umweltleistung und Umweltmanagement 1997 bis 2002. Endbericht an das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie. Berlin (unveröffentlicht, Veröffentlichung geplant 2004)

Marx Gómez, J., Amelung, M., Rautenstrauch, C. (2003): Ansatz zur Automatisierten Generie-rung von Umweltberichten – eine Fallstudie, Tagungsband der 6. Internationalen Ta-gung für Wirtschaftsinformatik 2003 (WI'2003), Dresden.

Meißner, Wolfgang (1989): Innovation und Organisation. Die Initiierung von Innovationsprozessen in Organisationen, Stuttgart.

Möller, A.: Grundlagen stoffstrombasierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme, Dissertation, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Projekt Verlag, Bochum 2000

Möller, A.; Häuslein, A.; Rolf, A.: Öko-Controlling in: Handelsunternehmen – Ein Leitfaden für das Stoffstrommanagement. Berlin u.a.: Springer 1997

Moser, A. (1996):Umsetzung einer ökologieorientierten Unternehmenspolitik, Haupt Verlag, Stuttgart, Wien.

Nagl, A., 1997, Lernende Organisation: Entwicklungsstand, Perspektiven und Gestaltungsansätze in deutschen Unternehmen, Eine empirische Untersuchung, Aachen

Peglau, R.: Peglauliste Stand Juni 2003 (online) www.14001news.de (8. 4. 2004)

Pfriem, R.: Ökobilanz für Unternehmen, in: Pfriem R., Ökologische Unternehmenspolitik, Frankfurt; New York 1986

Pfriem, R.; Schwarzer, C. (1996), Ökologiebezogenes organisationales Lernen, UmweltWirtschaftsForum, 9/96, 10-16.

Pojasek, R. Material Accounting and P2, in Pollution Prevention Review, Autum 1997, pg. 95-97

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Pojasek, R.: Using the map as a template, Powerpoint - Präsentation, o.O. o.J. [Download www.pollutionprevention.com]

Probst G.; Büchel, B., 1998, Organisationales Lernen: Wettbewerbsvorteil der Zukunft, 2. Aufl., Wiesbaden

Projektgruppe Stoff- und Energiebilanzen (Hrsg.) Stoff und Energiebilanzen - Ein Instrument zur Kontrolle und Einschätzung ökologischer Auswirkungen des Produktionsbereichs, dargestellt am PVC-Werk ICI Wilhelmshaven, in: Bechmann, A. (Hrsg.): Werkstattberichte des Instituts für Landschaftsökonomie der TU Berlin, Berlin 1984

Pümpin, C. et al. (1985): Unternehmenskultur – Basis strategischer Profilierung erfolgreicher Unternehmen in : Die Orientierung, Schweizerische Volksbank, Nr. 85.

Rautenstrauch, C.: Betriebliche Umweltinformationssysteme – Grundlagen, Konzepte und Systeme, Berlin u.a.1999

Reichmann, T.; Lachnit, L.: Planung, Steuerung und Kontrolle mit Hilfe von Kennzahlen, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung. S. 707-709

Rey, U.; Jürgens, G.; Weller, A. (1998): Betriebliche Umweltinformationssysteme - Anforderungen und Einsatz, Ergebnisse einer Befragung von Anwendern und Anbietern von informationstechnischen Unterstützungssystemen im Umweltmanagement, Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag

Ridder, H. G. (1994): Organisationales Lernen und betrieblicher Umweltschutz, aus: IÖW/VÖW-Informationsdienst Jg. 9, Nr. 3-4, S. 14f.

Rikhardsson, P. M. (1998): Corporate Environmental Performance Management. Systems and Strategies. PhD thesis, The Aarhus School of Business, Department of Organization and Management, EF-number: 555.

Richardsen, S., Grahl, B.: Umweltleistungsbewertung nach DIN EN ISO 14031. Anwendernutzen von Umweltkennzahlen für kleinere und mittlere Unternehmen. Abschlussbericht – Kurzfassung, Lübeck 2001.

Sander, J. (1995): Ökologie – Innovation – Unternehmenserfolg. Unternehmensentwicklung im Zeichen des Forschritts, Frankfurt a.M.

Scheer, A.-W.: ARIS (1998): Modellisierungsmethoden, Metamodell, Anwendungen, 3. Auflage, Springer, Berlin u.a.

Schlatter, A. (1998): Umwelt-Dialog in Unternehmen – Gestaltung ökologieorientierter Lernprozesse, Gabler Verlag, Wiesbaden.

Schumpeter, Joseph A. (1939): Business Cycles. Atheoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process, New York.

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Schmidt, M. (1995): Stoffstromanalysen und Ökobilanzen im Dienste des Umweltschutz, in: Schmidt, M.; Schorb, A.: Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits, Springer Verlag, Berlin u.a., 1995

Schmidt, M. (2000): Betriebliches Stoffstrommanagement, in: Dyckhoff, H. (Hrsg.): Umwelt-management: zehn Lektionen in umweltorientierter Unternehmensführung, Springer Verlag, Berlin/ Heidelberg/ New York.#

Schmidt, M., Keil, R. (2001): Stoffstromnetze und ihre Nutzen für mehr Kostentransparenz sowie die Analyse der Umweltwirkungen betrieblicher Stoffströme, Beiträge der Hochschule Pforzheim Nr. 103, Pforzheim

Schmidt, Uwe: Flusskostenrechnung in der Praxis bei Sortimo International. Schwachstelle Datenqualität. in: Ökologisch Wirtschaften Nr. 6/2001, München 2001, S 16-17.

Schulz, E.; Schulz, W.: Umweltcontrolling in der Praxis – Ein Ratgeber für Betriebe. München: Verlag Vahlen 1993

Seibt, D. (2001): Vorgehensmodell, in Mertens, P. (Hrsg.): Lexikon der Wirtschaftsinformatik, Springer-Verlag, Berlin u.a.

Serfling, K.: Controlling, 2. Auflage, Stuttgart; Berlin; Köln 1992

Skrzypek, V., Wohlgemuth, V. (2000): Anwendung und Integration von Umberto in die betrieb-liche IT-Struktur am Beispiel der Bertelsmann Großdruckerei MOHN Media Mohn-druck GmbH, in: Bullinger, H.-J., Beucker, S. (Hrsg.): Stoffstrommanagement – Erfolgsfaktor für den betrieblichen Umweltschutz, Tagungsband zum 3. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

Spath, D. (Hrsg.), Wilhelm, S. (2003): Information und Kommunikation in der Produktion – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung, IRB Verlag, Stuttgart.

Spath, Dieter; Lang, Claus; Loew, Thomas (Hrsg.),2003, Umweltcontrolling in produzierenden Unternehmen - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt INTUS, Stuttgart, Berlin[(i)]

Sommerville, I. (2001): Software Engineering, 6. Auflage, Pearson Studium, München.

Sonderabfallgesellschaft Brandenburg Berlin (Hrsg.): Leitfaden Flusskostenanalyse mit der Abfallbilanz, Eigenverlag, Potsdam 2000 (Bearbeitet durch Thomas Loew und Gösta Jancke)

Staehle, W.: Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen, Wiesbaden 1969

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Steger, U. (1997): Mikropolitik – strategisches Management – Organisationslernen. Welcher Weg aus dem Dilemma ? aus: Birke, Burschel & Schwarz, s. o., S. 255 – 273.

Steinaecker, J. v.: Ein Informationsmodell zur Modellierung und Planung von netzwerkartigen Produktionsstrukturen, Dissertation Universität Stuttgart, Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik, Stuttgart 2000

Steinaecker, J. v.; Jürgens, G.; Knupfer, T.: Implementierung eines betrieblichen Stoffstrommanagement, in: Bullinger, Hans-Jörg; Eversheim, Walter; Haasis, Hans-Dietrich; Klocke, Fritz (Hrsg.), Auftragsabwicklung optimieren nach Umwelt- und Kostenzielen, Berlin u.a.: Springer 2000,

Steinfeldt, Michael, 2003, Organisationales Lernen und umweltbezogene Lernprozesse, Berlin(i)

Steinfeldt, Michael, Lang, Claus, 2003, Konzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling- Entwurfsfassung vom Dezember 2003, Berlin (Veröffentlichung geplant 2004) (i)

Sternemann (1999): Team-Informationssystem – Beitrag zur Informations- und Wissensbe-reitstellung in dezentralen Strukturen, Dissertation an der Otto-von-Guerike-Universität Magdeburg.

Strobel, Markus: Systemisches Flussmanagement, Augsburg 2001

Strobel, M. (2003): Flusskostenrechnung: Kostensenkung und Umweltentlastung durch eine ERP-basierte Methode, in: Spath, D., Lang, C. (Hrsg.): Stoffstrommanagement - Ent-scheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT, Ta-gungsband zum 5. Management-Symposium „Produktion und Umwelt“ am 2. April 2003, IRB-Verlag, Stuttgart.

Tec4U Ingenieurgesellschaft (Hrsg.) Willkommen bei IMDS-Service (online) o.J. http://www.imds.de/deu/index_d.htm (4.8.2003)

Thaller, G. E. (2000): Software-Test: Verifikation und Validation, Hannover, Heise.

Thom, N. (1992): Innovationsmanagement, Bern.

Thommen, J.-P. (1991): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre – Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht, Wiesbaden.

Tolbert, P., Zucker, L., 1996, The Institutionalisation of Institutional Theory, in: Clegg, S., Hardy, C., Nord, W. (Hrsg.), Handbook of Organization Studies, London, S. 175-190

TRGS 440 (2001): Technische Regeln für Gefahrstoffe: TRGS 440 - Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeits-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

platz: Ermitteln von Gefahrstoffen und Methoden zur Ersatzstoffprüfung. http://www.umweltschutzrecht.de/recht/t_regeln/trgs/trgs400/440_ges.htm

Tschandl, M., Posch, A., Ortner, W. (2003): Webbasierte Unterstützung zur Implementierung eines integrierten Umweltcontrollingsystems, in: Heubach, D., Rey, U. (Hrsg.): Integ-ration von Umweltinformationen in betriebliche Informationssysteme, Tagungsband zur 11. Tagung der Fachgruppe Betriebliche Umweltinformationssysteme der Gesell-schaft für Informatik e.V. am 1. April 2003 in Stuttgart, Shaker Verlag, Aachen.

Umweltbundesamt (Hrsg.): EG-Umweltaudit in Deutschland. Erfahrungsbericht 1995 bis 1998, Berlin 1999

VCI (Hrsg.): Responsible care Daten der Chemischen Industrie zu Sicherheit, Gesundheit Umweltschutz, Bericht 2000, Frankfurt 2000

VDA (1997): Verband der Automobilindustrie (Hrsg.): Werkstoffklassifizierung im Kraftfahrzeugbau. Aufbau und Nomenklatur, Frankfurt 1997

Verein deutscher Ingenieure (VDI) (Hrsg.): VDI 4050 Betriebliche Kennzahlen für das Umweltmanagement. Leitfaden zu Aufbau Einführung und Nutzung, Berlin 2001

Verordnung (EG) Nr. 761/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2001 über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS), Brüssel 2001

Wagner, G.R.; Janzen, H.: Umwelt-Auditing als Teil des betrieblichen Umwelt- und Risikomanagements. in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis (BfuO), 46. Jahrgang, Heft 6, 1994, S. 574

Winter, G.: Einführung des umweltorientierten Managements in die Unternehmenspraxis, in: Bundesverband Junger Unternehmer (Hrsg.): BJU-Umweltschutz-Berater: Handbuch für wirtschaftliches Umweltmanagement, in: Unternehmen, Loseblatt, Grundwerk, Kap. 4.1., Köln 1989

Winter, M. (1997): Ökologisch motiviertes Organisationslernen, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.

Witte, E. (1973): Organisation für Innovationsentscheidungen, Göttingen.

Wöhe G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 19. Auflage, München 1996

World Business Council for Sustainable Development (Hrsg.): Measuring Eco-Efficiency – a guide to reporting performance, o.O. 2000

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

[i] Die Publikation steht auf den websites der Institute unter www.ioew.de und www.bum.iao.fraunhofer.de zum Download zur Verfügung.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

14 Anhang

14.1 Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Die drei zentralen Forschungsbereichen des Forschungsprojekts INTUS waren:

1. die Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling ,
2. die informationstechnische Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling,
3. Die organisatorische Integration

Im Förderschwerpunkt „Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften“ (Ina) wurden im Rahmen folgender Projekte Arbeiten zu diesen Forschungsbereichen mit unterschiedlichen Ansätzen als im Forschungsprojekt INTUS durchgeführt:

- NAWIGATOR (Wertkettenbezogenes Kennzahlenmanagement für KMU - Entwicklung eines kennzahlengestützten Kommunikations- und Lerninstruments in und zwischen kleinen und mittleren Betrieben) unter Leitung des Instituts für ökologische Betriebswirtschaft e.V.
- EPM-KOMPAS (Environmental Performance Measurement als Instrument für nachhaltiges Wirtschaften) unter Leitung der Technischen Universität Dresden
- INPROCESS (Entwicklung einer integrierten Controllingkonzeption auf Basis prozeßorientierter Kostenrechnungssysteme unter Berücksichtigung optimierter Stoff- und Energieströme in Eisen-, Stahl-, Tempergießereien) unter Leitung des Deutschen Gießereiverbandes
- CARE (Computergestützte Ressourceneffizienz-Rechnung in der mittelständischen Wirtschaft) unter Leitung des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie.
- ISAC (Integration der Stoffstromanalyse in ein erweitertes Umweltcontrollingkonzept) unter Leitung des ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

An den Projekten CARE und ISAC war auch das Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart beteiligt. Während der Projektlaufzeit fand ein enger Austausch von Ergebnissen und Erfahrungen mit diesen beiden Projekten statt.

Die im Rahmen des Forschungsprojekts INTUS geleisteten Arbeiten ergänzen systematisch die im Rahmen des Förderschwerpunktes Ina geförderten Forschungsprojektes CARE – Computergestützte Ressourceneffizienz-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Rechnung in der mittelständischen Wirtschaft. Während im Forschungsprojekt INTUS die Fokussierung auf innerbetriebliche Anwendung von Instrumenten des Umweltcontrolling im Vordergrund stand, wurde in CARE insbesondere die Nutzung betrieblicher Informationssysteme zur Durchführung lebenszyklusweiter Umweltwirkungen behandelt.

Des Weiteren sind folgende Arbeiten bekannt:

- Projekt eco-effizienz (eine Regionalinitiative mit Unternehmen aus dem Raum Augsburg/ Schwaben im Rahmen der Bayerischen High-Tech-Offensive zur Entwicklung und Erprobung des ganzheitlichen Managementansatzes Flussmanagement) unter Leitung des imu Augsburg

- Projekt GELENA - Gesellschaftliches Lernen und Nachhaltigkeit in Kooperation der Universität Oldenburg und des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung Berlin

- ADAPT-Projekt „Lokal handeln – systemweit denken. Beschäftigungs-, Qualifizierungs- und Beteiligungspotenziale von Umweltmanagementsystemen in kleinen und mittleren Unternehmen“unter Leitung Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie

- Monitoring von Umweltleistung und Umweltmanagementsystem 1997 bis 2002 unter Leitung des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung Berlin

- Leitfaden Umweltkostenmanagement 1999-2001 unter der Leitung des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung Berlin

- Umweltleistungsbewertung nach DIN EN ISO 14031. Anwendernutzen von Umweltkennzahlen für kleinere und mittlere Unternehmen. 2000-2001 unter der Leitung des Labors für konzeptionellen Umweltschutz und Stoffstrommanagement an der FH Lübeck

- Implementierung der Umweltkostenrechnung in kleinen und mittelständischen Unternehmen repräsentativer Branchen unter der Leitung des IÖB der Universität Siegen

14.2 Arbeitspapiere, Veröffentlichungen und Transferaktivitäten

14.2.1 Veröffentlichte Ergebnisbroschüre

Die Ergebnisse des Projekts wurden in folgender Ergebnisbroschüre für Unternehmen zusammengefasst und an mehrere hundert Unternehmen versendet und verteilt.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Spath, Dieter; Lang, Claus; Loew, Thomas (Hrsg.) (2003): Umweltcontrolling in produzierenden Unternehmen - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt INTUS, Stuttgart, Berlin.

Diese Broschüre ist auch in elektronischer Form im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads und unter www.ioew.de

14.2.2 Veröffentlichte Arbeitsberichte

Zwischenergebnisse und Ergebnisse des Projekts wurden in Arbeitsberichten veröffentlicht und stehen in elektronischer Form im Internet zur Verfügung unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads und unter www.ioew.de.

Folgende Berichte wurden veröffentlicht:

- Beucker, Severin; Jürgens Gunnar; Lang, Claus; Rey, Uwe (2002): Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) im Umweltcontrolling – Umfrage zur Nutzung von Instrumenten des Umweltcontrollings und deren informations-technischen Unterstützung, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

- Heubach, Daniel; Lang, Claus; Loew, Thomas (2003): Anwendung von betrieblichen Informationssystemen im Umweltcontrolling – Potenziale und Praxisbeispiele, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart, (elektronisch veröffentlicht unter http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2004/1602/).

- Jürgens, Gunnar; Lang, Claus; Beucker, Severin; Loew , Thomas (2002): Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

- Lang, Claus; Rey, Uwe (2002): Analyse von ERP-Systemen als Datenlieferant für Betriebliche Umweltinformationssysteme zur Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrollings, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart.

- Lang, Claus; Keil, Michael, Heubach, Daniel (2003): Stoffstrommanagement für klein- und mittelständische Unternehmen der Mineralwasserbranche, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

- Lang, Claus; Heubach, Daniel (2004): Ein Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

- Loew, Thomas (2003): Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart.

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- Loew, Thomas; Beucker, Severin; Jürgens, Gunnar (2002): Vergleichende Analyse der Umweltcontrollinginstrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Diskussionspapier des IÖW 53/02, Berlin.

- Steinfeldt, Michael; Hoffmann, Esther (2003): Organisationales Lernen und umweltbezogene Lernprozesse, Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart, Stuttgart, Schriftenreihe 170/03 des IÖW

- Steinfeldt, Michael; Lang, Claus: Konzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling, Berlin (2004)

14.2.3 Veröffentlichte Artikel

Folgende Artikel wurden in der Fachliteratur veröffentlicht:

- Biebel, A., Heubach, D.: Innovation im Umweltcontrolling bei SCHOTT Glas durch IT-Integration von Umweltinformationen, in: Spath, D., Lang, C. (Hrsg.): Stoffstrommanagement - Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT, Tagungsband zum 5. Management-Symposium Produktion und Umwelt, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2003

- Heubach, D., Beucker, S., Lang, C.: Einsatz von Software Tools im betrieblichen Umweltschutz, in: Birkhofer, Spath, Winzer, Müller (Hrsg.): Umweltgerechte Produktentwicklung – Ein Leitfaden für Entwicklung und Konstruktion, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin/ Wien/ Zürich, 2000

- Heubach, D., Beucker, S., Lang, C.: Einsatz von Software Tools im betrieblichen Umweltschutz. in: Birkhofer, Spath, Winzer, Müller (Hrsg.): Umweltgerechte Produktentwicklung – Ein Leitfaden für Entwicklung und Konstruktion, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin/ Wien/ Zürich, 2000

- Heubach, D.; Jürgens, G.; Döring, E.; Loew, T.: Flow-Cost Accounting - Environmental and Economical Analysis of Material Recycling Loops in Industry, in: NN (Hrsg.): Proceedings of Euro Environment Conference 2002, 21th-23th October 2002, Aalborg/ Denmark

- Hoffmann, E.; Ankele, K.; Steinfeldt, M.: Kapazitätsbildung durch Umweltmanagement. Unternehmensinterne Fähigkeiten, Umweltinstrumente und organisationales Lernen, in: Ökologisches Wirtschaften 5/2002, S. 18-20.

- Infoletter „ÖKOEFFIZIENZ - Aktuelles aus Projekten und Programmen im Bereich Ökoeffizienz in Lateinamerika“ (Nr. 3, April 2003) der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ): Loew, T.: INTUS für das Umweltcontrolling

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- Jürgens, G.; Lang, C.: Supporting environmental accounting with ERP-systems. Discussion of general concepts and a case study in the glass manufacturing industry, in: Proceedings of the Fifth International Conference on EcoBalance, 6.-8. November 2002, Tsukuba, Japan

- Lang, C., Heubach, D., Loew, T.: Using Software Systems to Support Environmental Accounting Instruments, eingereicht und akzeptiert als Buchartikel in einem Buch des EMAN-Netzwerkes, Druck erwartet für 2004.

- Lang, C., Jürgens, G. und Weil, C.: Wer verschmutzt, zahlt - Umweltkennzahlensystem in SAP R/3, in: it - Industrielle Informationstechnik, Ausgabe 10, 39. Jahrgang, Hanser Verlag, München, 2002

- Lang, C., Güntzel, K., Spath, D.: Umweltinformationen in SAP R/3 integrieren: Schott hat Daten INTUS, in: SAP INFO Ausgabe 102, Februar 2003

- Lang, C., Beucker, S.: Integration von Umweltcontrolling-Instrumenten in die betriebliche IT produzierender Unternehmen, in: Heubach, D., Rey, U.: Integration von Umweltinformationen in betriebliche Informationssysteme, Tagungsband zur 11. Tagung Betriebliche Umweltinformationssysteme der Gesellschaft für Informatik e.V., Shaker Verlag, Aachen, 2003

- Lang, C., Jürgens, G.: Aufgaben betrieblicher Umweltinformationssysteme. in: Kramer, M. (Hrsg.): Internationales und interdisziplinäres Umweltmanagement in Zukunftsmärkten, II. Band: Grundlagen des ganzheitlichen Umweltmanagements, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2003

- Loew, T., Lang, C.; Steinfeldt, M., Beucker, S., Keil, M., Heubach, D.:: Konzepte zur Implementierung und dauerhaften Anwendung der Instrumente Umweltbilanz, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, in: Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.): Betriebliche Instrumente für nachhaltiges Wirtschaften, Konzepte für die Praxis, Köln 2004 (in Druck)

- Spath, D., Heubach, D.: Die Nutzung betrieblicher Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung im Stoffstrommanagement, in: Spath, D., Lang, C. (Hrsg.): Stoffstrommanagement - Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT, Tagungsband zum 5. Management-Symposium Produktion und Umwelt, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2003

- Steinfeldt, M.: Wege zur dauerhaften Integration – ein neues Konzept zur Einführung von betrieblichem Umweltcontrolling, in: Ökologisches Wirtschaften 1/2004, S. 29-30.

- Steinfeldt, M., Lang, C.: Implementierungs- und Institutionalisierungskonzept von Instrumenten des Umweltcontrolling - Von der Schwierigkeit einer dauerhaften Integration, in UmweltWirtschaftsForum, 12. Jg., H. 2, Juni 2004, Springer-Verlag (in Druck)

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

14.2.4 Transferaktivitäten

14.2.4.1 Website und Email-Newsletter

Auf der Website http://www.bum.iao.fraunhofer.de/intus wurden während des Projekts Informationen zum Projekt und Zwischenergebnisse in elektronischer Form zur Verfügung gestellt. Auch nach Projektende sind die wichtigsten Ergebnisse unter http://www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads in elektronischer Form herunterladbar.

Der Newsletter INTUS-NEWS wurde im Zeitraum 2001-2003 achtmal an bis zu 145 Interessierte per Email versendet..

14.2.4.2 Vorträge

In folgenden Fachvorträgen wurden Ergebnisse des Forschungsprojekts INTUS vorgestellt:

- Vortrag auf der Konferenz „Zukunft der Wirtschaft – Was taugen Nachhaltigkeitskonzepte?“ des Landesgewerbeamts Baden-Württemberg am 4.5.2004 in Stuttgart, Mannhardt, J.: Produktintegrierte Ansätze des Nachhaltigen Wirtschaftens bei der Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH.

- Vortrag an der Industrie- und Handelskammer Heilbronn im Rahmen eines Treffens des Arbeitskreises Umweltschutz: Heubach, D., Lang, C.: Umweltcontrolling – Lösungsansätze aus der Praxis, 15. März 2004, Heilbronn

- Vortrag auf der seventh Environmental Management Accounting Network - Europe (EMAN-EU) Conference, 4.-5.3.2004 in Lüneburg: Beucker, S, Loew, T., Jürgens, G.: Software Solutions within SAP R/3 to realize Environmental Performance Indicators, Mass Balances and Self Defined Queries for Environmental Management and Sustainability Reporting

- Vortrag beim Unternehmensverband Modell Hohenlohe e. V. im Rahmen eines Treffens der AG Umwelt, Sicherheit, Gesundheit: Lang, C.: Stoffstrommanagement – Lösungsansätze aus der Praxis, 3. März 2004, Mulfingen, Fa. ebm-papst.

- Vortrag auf der Tagung Die betriebliche Praxis des nachhaltigen Wirtschaftens zum Thema zu “Ansätze der Umweltkostenrechnung im Vergleich” am 26.11.2003 in Graz

- Vortrag im Rahmen des Workshops „Nachhaltigkeit und Controlling“ des unternehmensnahen Begleitkreises des Ina-Netzwerkes am 24.9.2003 in Düsseldorf: Lang, C., Steinfeldt, M.: Software-Einsatz im Umweltcontrolling: Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt INTUS.

- Vortrag im Rahmen der Vorlesung Betriebliche Umweltinformationssysteme der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft (FHTW) Berlin: Rey,

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

U., Lang, C. (27.6.2003) und Beucker, S., Heubach, D. (25.7.2003): Anwendungspraxis Betrieblicher Umweltinformationssysteme.

- Vortrag am 4. Juli 2003 im Rahmen eines Fachgesprächs beim Umweltbundesamt: "Basisdaten für Umweltmanagement in KMU" im Rahmen des ProBas-Projektes des UBA und des Öko-Instituts, Heubach, D. : Anwendung von IT-Systemen im betrieblichen Umweltschutz von KMU,

- Vortrag im Rahmen der Ringvorlesung Technikfolgenabschätzung des Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart: Heubach, D., Lang, C.: Nachhaltiges Wirtschaften – Bewertungsansätze und Zielkonflikte für Unternehmen, Stuttgart, 27.5.2003.

- Vortrag am 26. Mai 2003 im Rahmen der Vortragsreihe an der TU Darmstadt "Neues aus Umwelttechnik und Infrastrukturplanung", Fachgebiet Industrielle Stoffkreisläufe an der TU Darmstadt (Prof. Liselotte Schebek), Institut WAR, FB Bauingenieurwesen und Geodäsie, Heubach, D.: Nachhaltigkeit umsetzen - Integration von Kennzahlen in betriebliche Informationssysteme

- Vorstellung der Ergebnisse im Rahmen der Messe ACHEMA 2003 am 22.05.03: Vortrag Beucker, S.: Improving Transparency on Material and Energy Flows by Integration of Performance Indicators into Business Information Systems

- Vortrag auf der 11. Tagung der Fachgruppe 4.6.2 / 5.4.3 "Betriebliche Umweltinformationssysteme“ der Gesellschaft für Informatik e.V. am 1. April 2003 in Stuttgart: Lang, C., Beucker, S.: Integration von Umweltcontrolling-Instrumenten in die betriebliche IT produzierender Unternehmen

- Vortrag im Rahmen des 5. Management-Symposium Produktion und Umwelt: "Stoffstrommanagement – Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen. in der betrieblichen IT" am 2. April 2003 in Stuttgart: Spath, D., Heubach, D.: Die Nutzung betrieblicher Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung im Stoffstrommanagement

- Vortrag im Rahmen des 5. Management-Symposium Produktion und Umwelt: "Stoffstrommanagement – Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen. in der betrieblichen IT" am 2. April 2003 in Stuttgart: Biebel, A., Heubach, D.: Innovation im Umweltcontrolling bei SCHOTT Glas durch IT-Integration von Umweltinformationen.

- Vortrag auf der sixth Environmental Management Accounting Network - Europe (EMAN-EU) Conference, 23.-24.1.2003 in Aarhus, Dänemark: Lang, C.: Integration of Environmental Accounting Instruments in IT Systems of Producing Companies

- Vorlesung zu Umweltkostenmanagement in der Lehrveranstaltung “Betriebliches Umweltmanagement” WS02/03 an der Freien Universität Berlin am 11. 12.2002, Thomas Loew

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

- Konferenz Nachhaltigkeitsmanagement, Konferenz BMU/BDI am 16. Mai 2002, Auswärtiges Amt, Berlin, Vortrag Biebel, Jürgens, Loew: "Nachhaltigkeit umsetzen, Integration von Kennzahlen in betriebliche Informationssysteme bei Schott Glas", 16.5.2002

- Gunnar Jürgens, Thomas Loew, Alexander Biebel, Schott: Vorstellung und Diskussion von Zwischenergebnissen im Vorhaben Schott mit Unternehmenspraktiker und Projektverantwortlichen aus dem INA-Netzwerk, Konferenz Nachhaltigkeitsmanagement, Konferenz BMU/BDI am 16. Mai 2002, Auswärtiges Amt, Berlin

- Vortrag zum Stand der Arbeiten in INTUS, Gunnar Jürgens, Thomas Loew: Vortrag am Meilensteintreffen BMBF, 12. April 2002

- Meilensteintreffen BMBF, 12. April 2002, Vortrag zum Stand der Arbeiten in INTUS, Jürgens, G.

- Vortrag auf der Konferenz „Life Cycle Engineering: Challenges and Opportunities“ LCE´01 am 18.Juni 2001 in Varna, Bulgarien, Jürgens, G. 18.6.2001

- Vortrag Verband der Kommunalen Unternehmen (VKU) e.V., Lang, C.: Vortrag über INTUS und Instrumente des Stoffstrommanagements bei der Sitzung des Arbeitskreises Umweltmanagement des Verbandes der Kommunalen Unternehmen (VKU) e.V. in Köln. Teilnehmer waren rd. 30 Umweltmanagementbeauftragte von Stadtwerken in Deutschland, 21. 2. 2001

- World Bank Environmental Forum, Cheju, Korea, Loew, T.: Vortrag zu Umweltkostenmanagement. Im Ausblick auf INTUS als aktuelles Forschungsvorhaben hingewiesen, 9.2.2001

14.2.4.3 Informationstransfer

Zum Transfer der Forschungsergebnisse und der Erkenntnisse aus der Praxis bei deren Anwendung bei den Unternehmenspartnern wurden drei Industrieworkshops durchgeführt.

- Industrieworkshop bei SCHOTT GLAS am 26.11.2001 in Mainz

- Industrieworkshop bei der Fa. Göhring am 26.06.02 in Untersiemau

- Industrieworkshop bei der Fa. Ensinger am 28.11.02 in Vaihingen/Enz

Die Workshops waren von interessierten Unternehmenspraktikern sowie Fachleuten aus der Wissenschaft besucht.

Des Weiteren wurden zum Transfer der Ergebnisse auf ca. einem Dutzend Treffen mit Fachleuten aus Industrie und Wissenschaft über Ergebnisse aus

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

dem Forschungsprojekt INTUS und Anregungen für die Forschungsarbeit eingeholt:

Im Rahmen eines 3-tägigen Expertenworkshops in Hirschegg, Kleinwalsertal am 16.9.2001 wurden unter Beteiligung von ca. 10 externen Wissenschaftlern aus dem INA-Netzwerk Fragestellungen aus dem Forschungsprojekt INTUS diskutiert, dabei waren Mitarbeiter der Projekte Präventum, Öko-Radar, ISAC, CARE, STREAM sowie alle Projektbeteiligten IAT und IÖW beteiligt

Ein laufender Informationsaustausch bestand mit dem Projekt CARE am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart, an dem wesentliche Teile von CARE bearbeitet wurden. So flossen Erkenntnisse aus den Arbeiten des Forschungsprojekts INTUS auch in die Entwicklung der PAS 1025 „Austausch umweltrelevanter Daten zwischen ERP-Systemen und betrieblichen Umweltinformationssystemen“ mit ein (vgl. DIN 2003).

14.3 Glossar

Ein Glossar aus folgenden Begriffen wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens erarbeitet und über die Laufzeit des Projekts hinweg auf der Projektwebsite der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Ausgangsstoff

Stoff, der in einen Produktionsprozess eingeht und in diesem verändert wird.

Quelle: Fischer, H., Wucherer, C., Wagner, B., Burschel, C (1997) Umweltkostenmanagement München, Wien

Betriebliche Umweltbilanz

Zusammenfassende Bilanzierung der in ein Unternehmen ein- und ausgehenden Stoff- und Energieströme über einen bestimmten Zeitraum (in der Regel ein Jahr). Den eingehenden Strömen (Input) an Material, Energie und Wasser werden die ausgehenden Ströme (Output) wie Produkte, Abfall, Abluft, Abwasser und Energieabgabe gegenübergestellt.

Quelle: Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt (Hrsg.) (1997) Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen, Berlin, Bonn

Betriebliches Umweltinformationssystem (BUIS)

Im Rahmen des Forschungsprojektes INTUS steht die Unterstützung und Anwendung von BUIS zur Unterstützung und Operationalisierung von Instrumenten des Umweltcontrollings im Mittelpunkt. Unter BUIS werden dabei Softwaresysteme verstanden, die für die Erfassung, Dokumentation, Planung und Steuerung von Umweltwirkungen aus betrieblichen Tätigkeiten genutzt werden und somit das betriebliche Umweltmanagement in seinen Aufgaben unterstützt. Die Softwaresysteme können von unterschiedlicher Komplexität sein, dazu zählen so-

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

wohl spezifische Systeme, beispielsweise aus den Bereichen Stoffstrommanagement oder Ökobilanzierung, als auch unspezifische Anwendungen wie z.B. Tabellenkalkulationen.

BUIS lassen sich in vier Kategorien einteilen (vgl. z.B. Bullinger, Jürgens 1999). Eine Zuordnung von Software zu den folgenden Kategorien ist nicht immer eindeutig, da die angebotenen Softwareprodukte oftmals mehrere Bereiche abdecken. Dennoch sind die hier gewählten Kategorien hilfreich, um das Marktangebot zu beschreiben.

1. **Umwelt- und Umweltrechtsdatenbanken:**
   Dazu zählen Softwaresysteme, die meist in Form einer Datenbank Umweltgesetze oder auch Umweltzustandsdaten als Nachschlagewerk oder Rechengrundlage zur Verfügung stellen. Neben den Recherchemöglichkeiten bieten einige Systeme auch die Option, selbst Daten und Informationen abzuspeichern.

2. **BUIS zur organisatorischen Unterstützung des Umweltmanagements:**
   Dazu zählen Softwaresysteme zur administrativen Unterstützung des Umweltmanagements. Zu den administrativen Aufgaben des Umweltmanagements zählen beispielsweise die Dokumentation des Umweltmanagementsystems, sowie Nachweis- und Dokumentationspflichten im Rahmen des Abfallsrechts. Unterstützt werden durch die Systeme jedoch auch Aufgaben der Kommunikation, der Dokumentenverwaltung und der Anlagenbuchhaltung.

3. **BUIS für das Stoffstrommanagement:**
   Zu dem Bereich Stoffstrommanagement[42] werden Softwaresysteme gezählt, die eine Erfassung und Auswertung von Stoffflüssen bezogen auf Bilanzräume, z.B. einen Prozess oder eine Organisationseinheit oder auch in Form einer verursachergerechten Zuordnung zu einem Produkt ermöglichen. Der Begriff Stoff umfasst hier Stoffe und Güter (also Material) ebenso wie Energie und Emissionen (vgl. Kessler 2000). Während unter dem Begriff der Stoffstromanalyse insbesondere die Offenlegung von umweltbezogenen Innovationspotentialen verstanden wird, so bezieht sich das Stoffstrommanagement auf die Realisierung der Potenziale (Troge 1998 in Kessler 2000). BUIS für das Stoffstrommanagement werden auch als „stoffstromorientierte BUIS“ bezeichnet.

4. **BUIS zur Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment):**
   Hierzu zählen Softwaresysteme, die eine Durchführung von Ökobilanzen gemäss DIN EN ISO 14040 bzw. vergleichbaren Verfahren unterstützen. Dies beinhaltet im Wesentlichen die Unterstützung und Bilanzierung von Sachbilanzdaten, die von den Anbietern in unterschiedlicher Spezialisierung angeboten werden.

[42] Der im Folgende verwendete Begriff Stoffstrommanagement bezieht sich in Abgrenzung zum überbetrieblichen Stoffstrommanagement auf die Analyse und den Einflussbereich eines Unternehmens. Stoffstrommanagement ist demnach „ein funktionales Teilsystem des Managements [...], das auf die Modellierung, Analyse, Bewertung und Steuerung von Stoffströmen mit dem Ziel einer Dokumentation und Verbesserung der zugrundeliegenden Produktionsprozesse ausgerichtet ist.“ (nach Rautenstrauch 1999).

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Elementarfluss

Elementarflüsse sind definiert als ein- oder austretende Material- und Energieflüsse eines Systems, welche ohne menschliche Bearbeitung direkt der Natur entnommen respektive an die Natur zurückgegeben werden.

Quelle: DIN EN ISO 14040, Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen Berlin 1997

EMAS

Akronym für EG-Öko-Audit-Verordnung, abgeleitet aus dem englischen Titel "Environmental Management and audit scheme". 1993 erstmals verabschiedet liegt sie inzwischen in zweiter überarbeiteter Fassung vor.

EMAS steht für das Gemeinschaftssystem zur Bewertung und Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes von Organisationen und zur Unterrichtung der Öffentlichkeit und anderer interessierter Kreise mit freiwilliger Beteiligung.

Ziel des Systems ist eine kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes von Organisationen durch die Schaffung von Umweltmanagementsystemen, die systematische, objektive und regelmäßige Bewertung derselben, die Information der Öffentlichkeit und anderer interessierter Kreise über Maßnahmen des betrieblichen Umweltschutzes sowie eine stärkere Einbeziehung der Arbeitnehmer."

Quelle: EMAS I und EMAS II

Industrielles Stoffstrommanagement

Das industrielle Stoffstrommanagement bezieht [...] neben den traditionellen Regelgrößen sämtliche umweltrelevante Stoffflüsse wie Einsatz primärer und sekundärer Ressourcen auf der Inputseite und Emissionen in die Medien Luft, Wasser und Boden auf der Outputseite sowie die Energieeffizienz der Produktionsprozesse explizit in den Vektor der Regelgrößen mit ein. Neben den produktionswirtschaftlichen Kenngrößen wie erzielbare Gewinne, Deckungsbeiträge, entscheidungsrelevante Kosten, durchschnittliche Bestände, Kapazitätsauslastungen oder Durchlaufzeiten spielen nun die Stoff- und Energiebilanzen der Produktionsprozesse sowie des gesamten Produktionssystems eine zentrale Rolle.

Quelle: Spengler, Thomas (1998) Industrielles Stoffstrommanagement, Berlin

Input

Stoff oder Energie, der bzw. die einem Prozess zugeführt wird.

Anmerkung: Stoffe können Ausgangsmaterialien und Produkte einbeziehen

Quelle: DIN EN ISO 14040, Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen Berlin 1997

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Messdaten

Messdaten sind einfach strukturierte Daten, die in grossen Mengen anfallen. Ein Beispiel hierfür sind Messwertreihen zu Schadstoffemissionen, die an Luft oder Wasser abgegeben werden.

Stoffstrommanagement

Der Schwerpunkt des Stoffstrommanagements liegt auf der Betrachtung bestimmter Stoffströme "von der Wiege bis zur Bahre". Stoffstrommanagement ist auf die zielorientierte, ganzheitliche und effiziente Beeinflussung von Stoffsystemen ausgerichtet.

Der unternehmens- und branchenübergreifende Charakter ökologisch relevanter Stoffströme bedingt, dass am Stoffstrommanagement in der Regel mehrere Akteure in unterschiedlicher Form des Zusammenwirkens beteiligt sind.

Die Ziele des Stoffstrommanagements können auf betrieblicher Ebene, in der Kette der beteiligten Akteure oder auf staatlicher Ebene entwickelt werden."

Quelle: Enquete-Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt (Hrsg.) (1994) Bericht der Enquete-Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt, Economica Verlag, Bonn

Ökobilanz

Synonym: Life-Cycle - Assessment (LCA)

Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputströme sowie der sich ableitenden der potentiellen Umweltauswirkungen eines Produktsystems (auch Dienstleistungen) im Verlauf seines Lebenswegs.

oder auch:

Eine Ökobilanz untersucht die Umweltaspekte und potentiellen Umweltauswirkungen im Verlauf des Lebenswegs eines Produktes von er Rohstoffgewinnung, über Produktion, Anwendung bis zur Beseitigung."

Quelle: DIN EN ISO 14040, Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen Berlin 1997

Ökoeffizienz

Synonym: Eco- Efficiency

Eco-Efficiency is reached by the delivery of competitively priced goods and services that satisfy human needs and bring quality of life, while progressively reducing ecological impacts and resource intensity throughout the life cycle, to a level at least in line with the earth`s estimated carrying capacity.

Das WBCSD empfiehlt zur Umsetzung der Ökoeffizienz die folgen sieben Handlungsgrundsätze:

1. Reduzierung der Materialintensität von Gütern und Dienstleistungen

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

2. Reduzierung der Energieintensität von Gütern und Dienstleistungen

3. Reduzierung der Verteilung giftiger Stoffe

4. Erhöhung der Wiederverwertbarkeit der eingesetzten Materialien

5. Maximierung der nachhaltigen/zukunftsfähigen Nutzung erneuerbarer Ressourcen

6. Verlängerung der Produktlebensdauer

7. Erhöhung der Serviceintensität von Gütern und Dienstleistungen"

Quelle: WBCSD (Hrsg.) (1996) Eco-efficient Leadership for Improved Economic and Environmental Performance, Genf

Output

Stoff oder Energie, der bzw. die von einem Modul abgegeben wird.

Anmerkung: Stoffe können Ausgangsmaterialien, Zwischenprodukte, Produkte, Emissionen und Abfall einschließen."

Quelle: DIN EN ISO 14040, Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen Berlin 1997

Prozessbilanz

„Die Prozessbilanz stellt eine Untersuchung ausgewählter Prozesse eines Unternehmens dar. Grundlage der Prozessbilanz bildet die eindeutige Abgrenzung und Beschreibung der einzelnen Prozesse anhand von zeitlichen, räumlichen oder produktbedingten Kriterien. Alle Input- und Outputmengen eines Prozesses werden dokumentiert."

Quelle: Arndt, Hans-Knud (1997) Betriebliche Umweltinformationssysteme Wiesbaden

Stoffstromanalyse

Detaillierte Untersuchung der Stoff- und Energieflüsse in einem Produktionssystem. Stoffstromanalysen können auf einzelne Produkte (siehe Ökobilanz), aber auch auf Betriebsstandorte, Firmenverbünde usw. bezogen sein. Hauptsächlicher Zweck ist die Informationsbereitstellung für die Planung und Optimierung von Systemen.

Quelle: ifeu (Hrsg): Umberto - die Software für das Umweltmanagement. Glossar (online) http://www.umberto.de/glossar/index.htm, (11.06.2004)

Umweltaspekt

Derjenige Bestandteil der Tätigkeiten, Produkte oder Dienstleistungen einer Organisation, welcher in Wechselwirkung mit der Umwelt treten kann.

Quelle: DIN EN ISO 14001 Umweltmanagementsysteme: Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung, Berlin, 1996

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Umweltaudit

Synonym: Umweltmanagementsystem-Audit

Ein systematischer und dokumentierter Verifizierungsprozess zur objektiven Ermittlung und Bewertung von Nachweisen, um festzustellen, ob das Umweltmanagementsystem einer Organisation die selbst festgelegten Auditkriterien erfüllt, sowie die Übermittlung der Ergebnisse dieses Prozesses an die Leitung der Organisation.

Quelle: DIN EN ISO 14001: Umweltmanagementsysteme: Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung, Berlin 1996

Umweltcontrolling

Umweltcontrolling ist als Informations-, Analyse-, Planungs- und Steuerungsinstrument entscheidend für eine langfristig erfolgreiche Unternehmensstrategie. Indem es ökologische Optimierungspotenziale aufdeckt, eröffnet systematisches Umweltcontrolling zudem beachtliche ökonomische Chancen. Ein Erfolgsfaktor gerade auch für mittelständische Unternehmen. Umweltcontrolling bildet zugleich eine optimale Grundlage für das einem steten Wechsel unterworfene betriebliche Umweltmanagement

Quelle: Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt (Hrsg.) (1995) Handbuch Umweltcontrolling, Umweltbundesamt, Verlag Vahlen, München

Umweltdaten

Umweltdaten geben unmittelbar Auskunft über den Zustand der Medien Boden, Wasser oder Luft. Werden diese mit Bezug zu Raum und Zeit sowie einem fachlichen Kontext interpretiert, spricht man von Umweltinformationen.

Quelle: Rautenstrauch, C (1999) Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme 1, Heidelberg

Umweltmanagementsystem

Der Teil des übergreifenden Managementsystems, der die Organisationsstruktur, Planungstätigkeiten, Verantwortlichkeiten, Methoden, Verfahren, Prozesse und Ressourcen zru Entwicklung, Implementierung, Erfüllung, Bewertung und Aufrechterhaltung der Umweltpolitik umfasst.

Quelle: DIN EN ISO 14001: Umweltmanagementsysteme: Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung, Berlin, 1996

Umweltinformatik

Umweltinformatik ist eine Teildisziplin der Angewandten Informatik, die mit Methoden und Techniken der Informatik diejenigen Informationsverarbeitungsverfahren analysiert, unterstützt und mitgestaltet, die einen Beitrag zur Untersuchung, Behebung, Vermeidung oder Minimierung von Umweltbelastungen und Umweltschäden leisten können.

Quelle: Rautenstrauch, C (1999) Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme 1, Heidelberg

 © Konsortium Forschungsprojekt INTUS

Umweltinformationen

Werden Umweltdaten mit Bezug zu Raum und Zeit sowie einem fachlichen Kontext interpretiert, so spricht man von Umweltinformationen. Z.B. ist die Emission eines bestimmten Schadstoffes im Vergleich zum zulässigen Grenzwert über einem bestimmten Zeit- und Ausbreitungsraum eine Umweltinformation. Im Kontext des betrieblichen Umweltschutzes sind zudem die umweltrelevanten Informationen wesentlich, die nur mittelbaren Bezug zu Umwelteinwirkungen haben."

Quelle: Rautenstrauch, C (1999) Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme 1, Heidelberg

Umweltinformationssystem

Ein Umweltinformationssystem ist eine Gesamtheit von Maßnahmen, Verhalten, Instrumenten und organisatorischen Einrichtungen zur Erfassung, Aufbereitung und Kommunikation von Umweltdaten.

Quelle: Rautenstrauch, C (1999) Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme 1, Heidelberg

© Konsortium Forschungsprojekt INTUS