



Forschungsprojekt
INTUS

**Operationalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling
durch den effektiven Einsatz von Betrieblichen Umweltinformati-
onsystemen**

Ein Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling

Arbeitsbericht des IAT der Universität Stuttgart

Claus Lang
Daniel Heubach

Juni 2004



Institut für
ökologische Wirt-
schaftsforschung
gGmbH



Inhaltsverzeichnis

1	Prozessmodelle zur Entwicklung von Software	2
1.1	Einleitung	2
1.2	Traditionelle Prozessmodelle zur Entwicklung von Software...	3
1.3	Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling.....	11
1.3.1	Projektvorbereitung.....	14
1.3.2	Analyse und Formulierung der Anforderungen	15
1.3.3	Erstellung eines unternehmensspezifischen Umsetzungskonzepts.....	18
1.3.4	Überprüfung, Modifizierung und Verfeinerung des Konzepts	22
1.3.5	Implementierung der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling	23
1.3.6	Verifikation und Validierung	24
1.3.7	Anwenderschulung	24
1.3.8	Installieren der informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling.....	24
1.3.9	Anwendung und Wartung	24
2	Fazit.....	28
3	Literatur	29
4	Anhang: Übersicht Arbeitsberichte Forschungsprojekt INTUS.....	31

1 Prozessmodelle zur Entwicklung von Software

1.1 Einleitung

Umweltcontrolling-Instrumente können zur dauerhaften Nutzung im Unternehmen durch betriebliche Informationssysteme unterstützt werden. Verschiedene Möglichkeiten einer solchen Unterstützung wurden im Forschungsprojekt INTUS erarbeitet. Im Bericht „Anwendung von betrieblichen Informationssystemen im Umweltcontrolling“¹ werden verschiedene Möglichkeiten der informationstechnischen Unterstützungen von Instrumenten des Umweltcontrolling vorgestellt und bewertet. Eine wichtige Strategie ist dabei, vorhandene Betriebliche Informationssysteme bzw. deren softwaretechnischen Umsetzung z.B. in Form von ERP-Systemen zu nutzen, um Umweltcontrolling-Instrumente informationstechnisch zu unterstützen. Bei der Implementierung einer solchen Unterstützung müssen sowohl organisatorische als auch informationstechnische Aspekte berücksichtigt werden. Unterschiedliche Aufgabenbereiche in einem Unternehmen werden involviert und oft eine hohe Komplexität erreicht, was ein strukturiertes Vorgehen erforderlich macht. Aus diesem Grunde wurde im Forschungsprojekt INTUS ein Phasenmodell zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung von Umweltcontrolling-Instrumenten 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 Schritte²:

1. Definition der System-Anforderungen,
2. Erstellung eines vorläufigen Konzepts,

¹ 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.

² vgl. Krcmar 2002, S. 123

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). Im Folgenden werden die wichtigsten Prozessmodelle vorgestellt und ihre Vor- und Nachteile diskutiert. Schließlich wird das auf Basis dieser Modelle und vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit den Umsetzungspartnern des Forschungsprojekts INTUS entwickelte Phasenmodell in Kapitel 2 vorgestellt.

1.2 Traditionelle Prozessmodelle zur Entwicklung von Software

Das grundlegendste der gängigen Prozessmodelle ist das **Wasserfall-Modell** (vgl. Abbildung 1), das sich an einer top-down-Vorgehensweise orientiert. Es ist leicht verständlich und benötigt nur wenig Management-Aufwand. Jede Phase wird mit der Fertigstellung eines Dokuments abgeschlossen, womit der Stand des Projekts gut nachvollziehbar ist. Die Beteiligung der Benutzer der zu erstellenden Software ist am Anfang des Prozesses vorgesehen, danach erfolgen Entwurf und Implementierung ohne Benutzerbeteiligung. Es hat sich jedoch auch herausgestellt, dass die sequentielle Abfolge der Phasen für manche Projekte zu starr ist, die Dokumentation der einzelnen Phasen manchmal zu aufwändig ist und dass Risikofaktoren zu wenig beachtet werden (vgl. Balzert 1998, S. 99f).

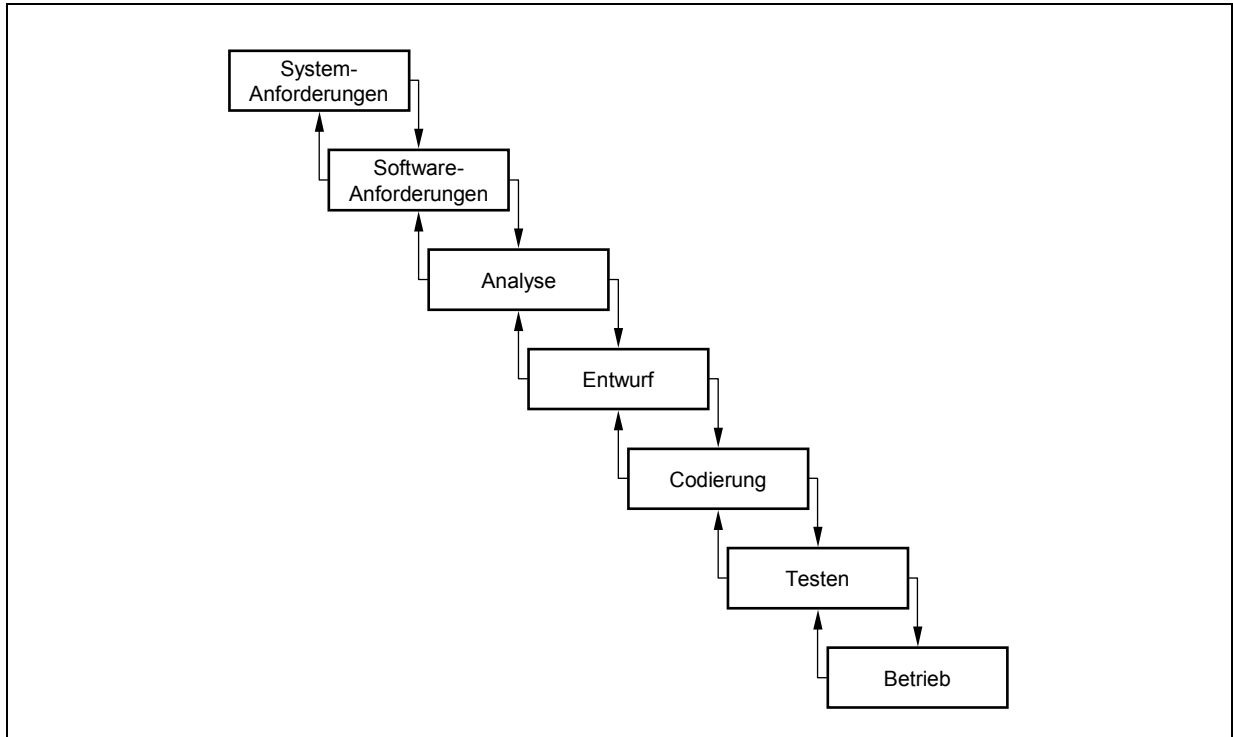


Abbildung 1: Die Phasen des Wasserfall-Modells (aus Balzert 1998)

Auf dem Wasserfall-Modell aufbauend hat sich das **V-Modell** entwickelt, das zusätzlich noch Aspekte der Verifikation und der Validierung berücksichtigt (vgl. Abbildung 2). Die Verifikation definiert als die Überprüfung der Übereinstimmung eines Software-Produkts mit seiner Spezifikation. Mit Hilfe der Validation wird der Wert eines Produktes bezogen auf seinen Einsatzzweck überprüft (Balzert 1998, S. 101f).

Das V-Modell besteht aus vier Submodellen:

- Systemerstellung,
- Qualitätssicherung,
- Konfigurationsmanagement,
- Projektmanagement.

Das V-Modell erlaubt eine integrierte Darstellung der in den Submodellen bearbeiteten Aspekte und stellt eine standardisierte Vorgehensweise für die Durchführung von Systemerstellungprojekten zur Verfügung. Es ist besonders für große Projekte mit besonderen Qualitätsanforderungen geeignet –

für kleine und mittlere Entwicklungen führt es zu einem zu großen bürokratischen Aufwand (vgl. Balzert 1998, S. 113).

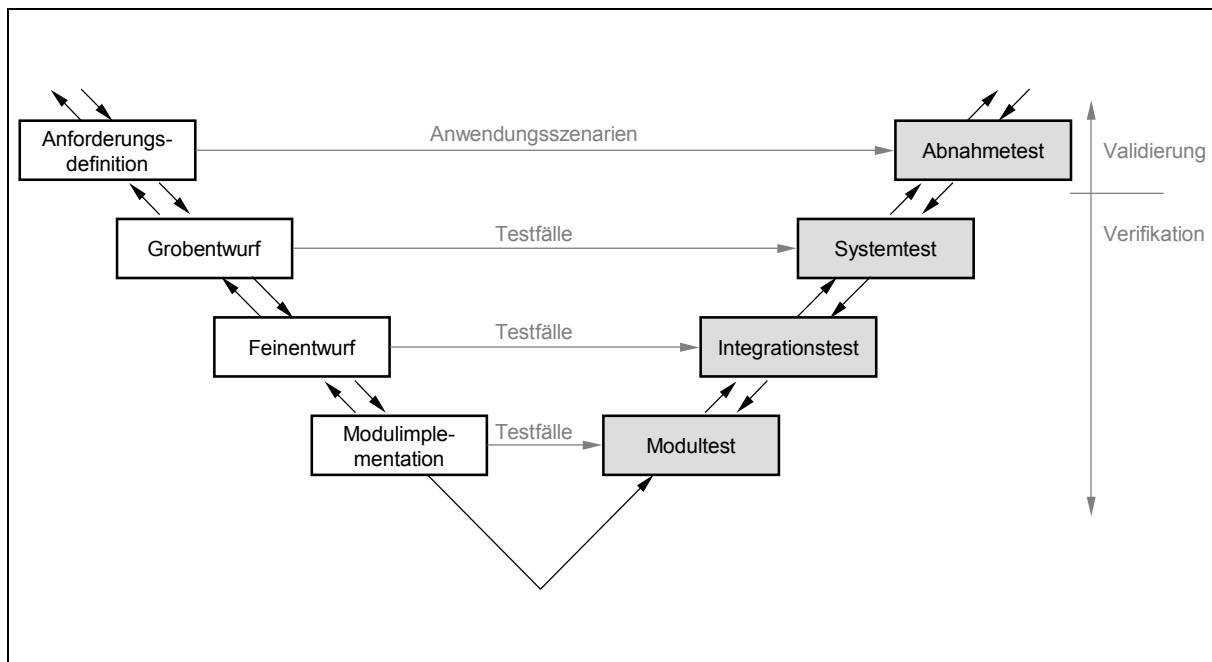


Abbildung 2: Die Phasen des V-Modells (aus Balzert 1998)

Die Erfahrungen in der Software-Entwicklung haben gezeigt, dass bestimmte Probleme mit traditionellen Prozessmodellen wie Wasserfall- und V-Modell nicht lösbar sind. Dabei handelt es sich v.a. um folgende Problemfelder (vgl. Balzert 1998, S.114):

- Auftraggeber und Anwender sind oft nicht in der Lage, ihre Anforderungen an das zu entwickelnde Produkt vollständig zu definieren. Die traditionellen Prozessmodelle verlangen jedoch eine vollständige Anforderungsspezifikation zum Beginn des Projektes und erlauben keine wechselseitige Koordination zwischen Anwendern und Entwicklern.
- Manche Aufgabenstellungen können durch mehrere Lösungsmöglichkeiten angegangen werden. Nach einer experimentellen Entwicklung verschiedener Lösungsmöglichkeiten kann erst durch die Diskussion mit Auftraggeber und Anwendern herausgefunden werden, welches die beste Lösung darstellt.
- In der Akquisitionsphase bzw. Entscheidungsphase im Unternehmen ist es manchmal nötig, den Auftraggeber von der prinzipiellen Durch-

führbarkeit einer Idee zu überzeugen. Dazu stellen traditionelle Prozessmodelle keine Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Zum Teil können diese Probleme mit dem **Prototypen-Modell** gelöst werden. Balzert (1996) definiert einen Software-Prototyp folgendermaßen: „Ein Software-Prototyp zeigt ausgewählte Eigenschaften des Zielprodukts im praktischen Einsatz. Es ist nicht nur eine Simulation des Zielproduktes.“³. Das Prototypen-Modell beruht auf der Implementierung von Teilfunktionalitäten des geplanten Softwareprodukts im frühen Stadium der Entwicklung. So können (eventuell noch unklare) relevante Anforderungen geklärt, Entwicklungsprobleme aufgespürt und eine Diskussionsbasis geschaffen werden. Der entwickelte Prototyp kann experimentell verwendet werden, um praktische Erfahrungen zu sammeln.⁴ Des Weiteren können mit Softwareprototypen Anforderungen validiert werden, d. h. Fehler und Lücken in den vorgeschlagenen Anforderungen entdeckt werden⁵. Eine Software-Entwicklung mit dem Prototypen-Modell erfordert eine intensive Beteiligung der Benutzer und den direkten Kontakt aller an der Entwicklung beteiligten Personengruppen. Durch den Einsatz von Prototypen kann das Entwicklungsrisiko reduziert werden, die Kreativität für Lösungsalternativen angeregt werden und Auftraggeber und Endbenutzer gut in den Entwicklungsprozess mit eingebunden werden. Prototypen werden außerdem oft als Ersatz für eine gründliche Dokumentation gesehen.⁶

³ vgl. Balzert 1998, S.114

⁴ vgl. Balzert 1998, S. 119

⁵ vgl. Sommerville 2001, S. 181

⁶ vgl. Balzert 1998, S. 119

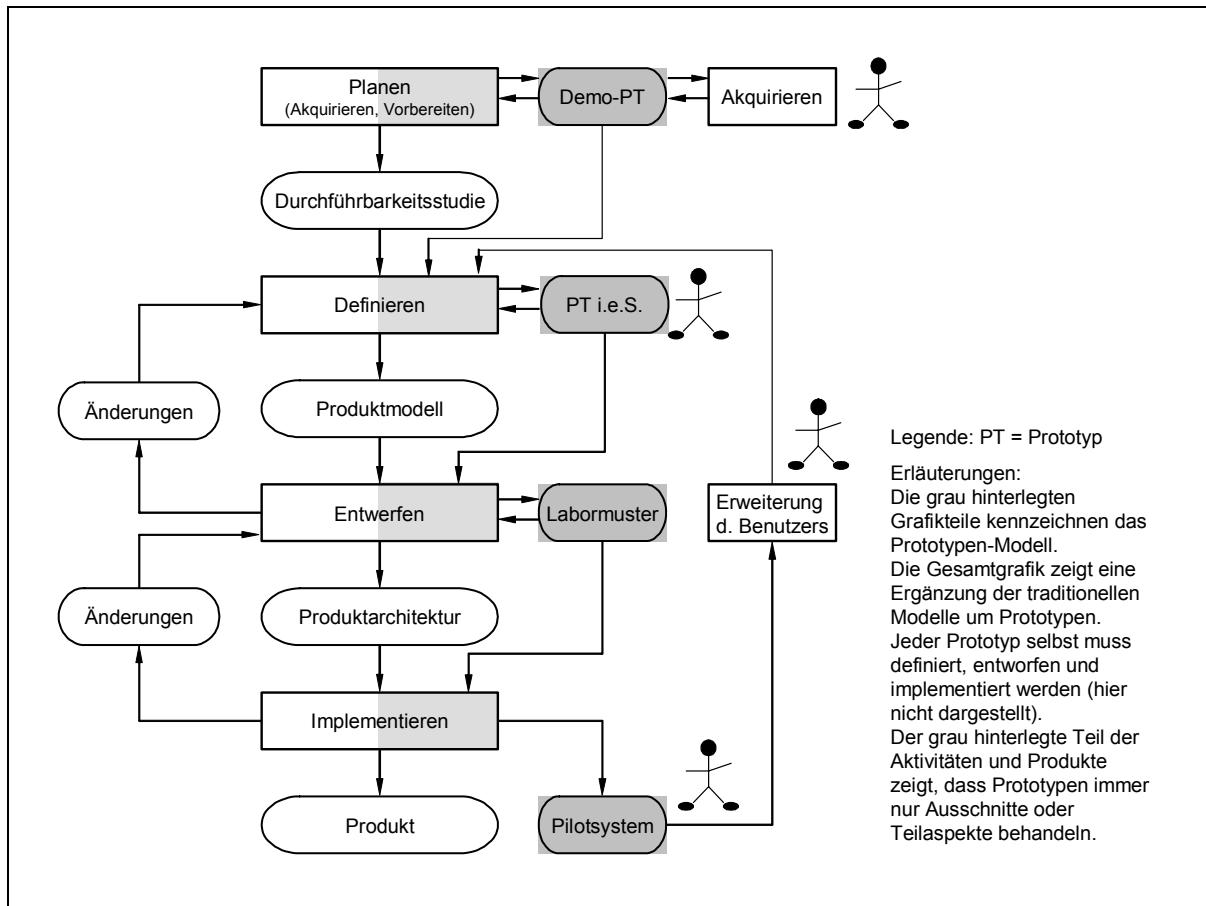


Abbildung 3: Die Phasen des Prototypen-Modells (aus Balzert 1998)

Das **objektorientierte Modell** besteht aus den gleichen Phasen wie die vorher beschriebenen Modelle. Allerdings werden bei der Implementierung häufig bereits existierende Software-Bausteine aus so genannten Klassenbibliotheken verwendet. Damit kann der Implementierungs- und Testaufwand gering gehalten werden. Jedoch kann der Entwurf des Systems nicht mehr losgelöst von der Implementierung durchgeführt werden, da berücksichtigt werden muss, welche Klassenbibliotheken genutzt werden können (vgl. Krcmar 2002, S. 124). Das objektorientierte Prozessmodell unterstützt die objektorientierte Software-Entwicklung, die sich auf die Grundlage der Wiederverwendung von Klassen und Klassenhierarchien durch Komposition, Vererbung und Polymorphie stützt.

Es kann dabei in verschiedene Wiederverwendungsgebiete unterschieden werden (Balzert 1998, S. 123):

- Anwendungs- bzw. branchenspezifische Klassen und Subsysteme, z. B. Finanzanalysen,
- Klassen, die die Anbindung einer Anwendung an die Umgebung ermöglichen, z. B. für Benutzungsschnittstelle, Netzwerkkommunikation,
- Klassen, die eine Anbindung an die Systemsoftware ermöglichen.

Das objektorientierte Prozessmodell geht also von wiederzuverwendenden Klassen aus und ist damit ein bottom-up-Ansatz im Gegensatz zu den anderen bisher beschriebenen Modellen. Bei jeder Aktivität in der Entwicklung muss durchdacht werden, ob Komponenten wieder verwendet werden können. Auch ist die Entwicklung von den am Markt verfügbaren Komponenten abhängig. Damit ist eine vollständige Eigenentwicklung mitunter nicht mehr nötig. Das objektorientierte Modell ist auch mit anderen Modellen, wie z. B. dem Prototypen-Modell kombinierbar (Balzert 1998, S. 125f).

Das objektorientierte Modell kann Produktivität und Qualität im Entwicklungsprozess verbessern und zu einer sinnvollen Fokussierung auf spezielle Fachanforderungen führen, da bereits vorliegende Komponenten zugekauft werden können. Das Modell erfordert allerdings den Einsatz von objektorientierten Programmiermethoden und weitere Voraussetzungen technischer und organisatorischer Art (vgl. Balzert 1998, S. 126).

Zusammenfassung

Die wesentlichen Eigenschaften der vorgestellten Prozessmodelle zur Entwicklung von Software sind in Tabelle 1 abgebildet. Sie entscheiden sich in ihrem primären Ziel, ihrem antreibenden Moment und dem Grad der Benutzerbeteiligung.

Prozessmodell	Primäres Ziel	Antreibendes Moment	Benutzerbeteiligung
Wasserfall-Modell	Minimaler Management-Aufwand	Dokument	Gering
V-Modell	Maximale Qualität	Dokumente	Gering
Prototypen-Modell	Risikominimierung	Code	Hoch
Objekt-orientiertes Modell	Zeit- und Kostenminimierung durch Wiederverwendung	Wiederverwendbare Komponenten	Unklar

Tabelle 1: Charakteristika der wichtigsten Prozessmodelle zur Softwareentwicklung (aus Balzert 1998, modifiziert)

Für die Implementierung der informationstechnischen Unterstützung von Umweltcontrolling-Instrumenten ist die Nutzung von Prototypen besonders interessant, da eine solche Implementierung von folgenden Charakteristika geprägt ist:

- 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

waren⁷. 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 Umweltcontrolling-Instrumenten 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 Umweltcontrolling-Instrumenten muss intensive Überzeugungsarbeit bei allen Beteiligten 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.

Des Weiteren sind Elemente des objektorientierten Modells zur Entwicklung einer informationstechnischen Unterstützung geeignet, da im Rahmen der Strategie der Nutzung vorhandener betrieblicher Software bereits bestehende Funktionalitäten und Objekte genutzt werden, um Umweltcontrolling-Instrumente informationstechnisch zu unterstützen

Diese Charakteristika wurden bei der Erarbeitung eines Vorgehensmodells berücksichtigt, das im nächsten Kapitel vorgestellt wird.

⁷ 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

1.3 Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling

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).

Das Rahmen des Forschungsprojekts INTUS entwickelte Phasenmodell beschreibt, wie modellhaft ein Projekt zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung von Umweltcontrolling-Instrumenten durchgeführt werden kann. Dabei wurden die bestehenden Ansätze des Prototypenmodells und des objektorientierten Modells erweitert, um spezifische Charakteristika der informationstechnischen Implementierung von Umweltcontrolling-Instrumenten zu berücksichtigen. Im Rahmen dieses Vorgehensmodells kann eine informationstechnische Unterstützung eines oder mehrerer Umweltcontrolling-Instrumente 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 steuerungssystem (PPS-System) handeln, ein Warenwirtschaftssystem oder eine Betriebsdatenerfassung (BDE).

Das Modell besteht aus neun Phasen (siehe auch Abbildung 4):

- 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 im Forschungsprojekt INTUS entwickelte Integrierte Konzept zur Einführung von Instrumenten des Umweltcontrolling (siehe Steinfeldt, Lang 2004) 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.

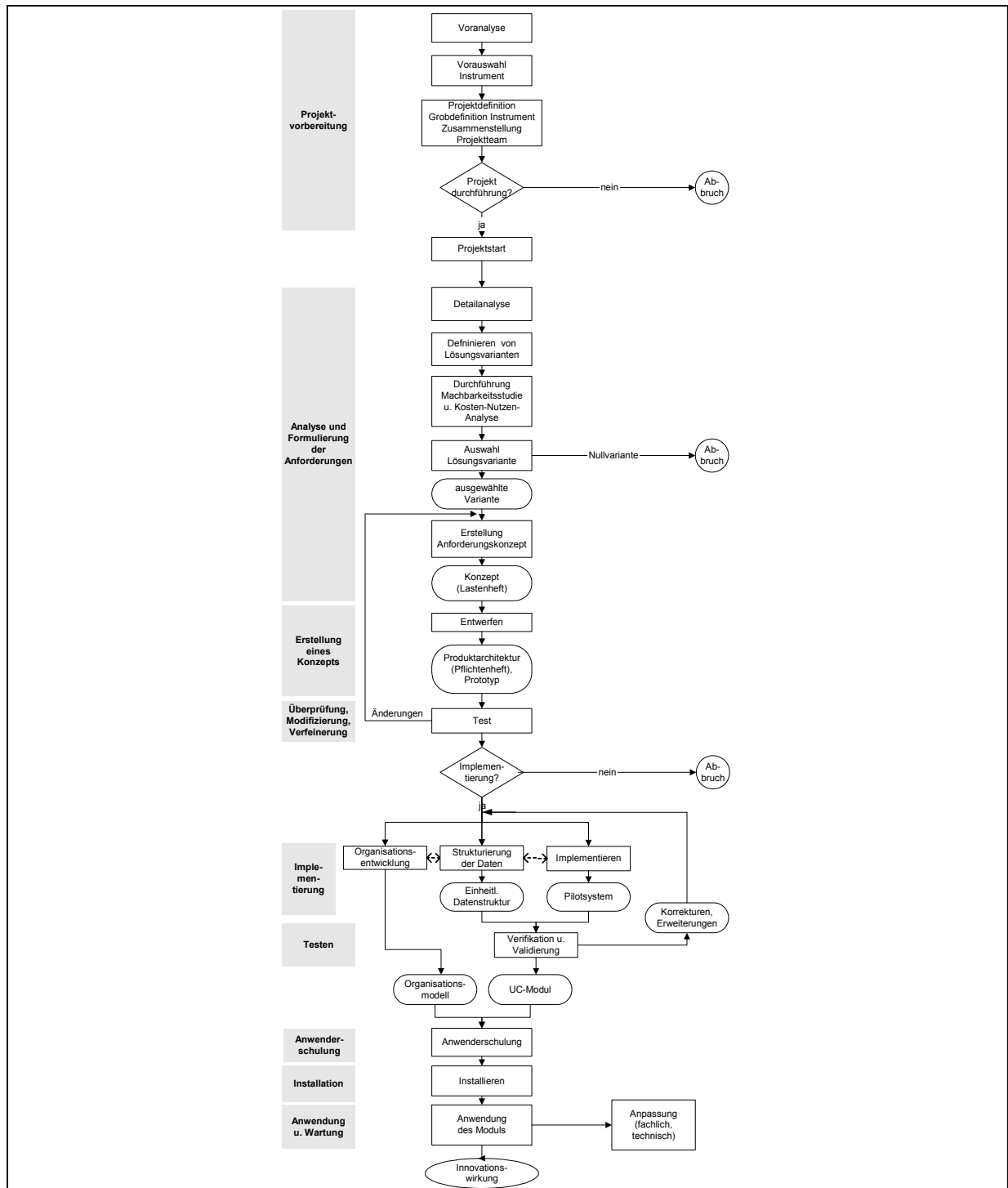


Abbildung 4 Phasenmodell zur Umsetzung einer informationstechnischen Unterstützung von Instrumenten des Umweltcontrolling (Quelle: eigene Darstellung)

1.3.1 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 Forschungsbericht INTUS entwickelten Konzept für die Kombination verschiedener Instrumente des Umweltcontrolling⁸vorgestellten Analyse und Entscheidung. Dazu kann die dort vorgestellte Liste von Ausschlusskriterien verwendet werden.

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 Netzwerkkennntnis und Interaktionspotenzial bestehen (vgl. Hauschildt 1997, S. 159f).

⁸ Loew, T.: Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Berlin 2003, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads oder www.ioew.de

Für die erfolgreiche Durchführung eines Projekts zur Entwicklung und Einführung einer informationstechnischen Unterstützung des Umweltcontrolling bedeutet dies, dass 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 einem gesonderten Bericht des Forschungsprojekts INTUS (Steinfeldt, Hoffmann 2003).

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.

1.3.2 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-Methode⁹ können dafür zum Einsatz kommen. Es empfiehlt sich eine Formulierung der Anforderungen in Anwendungsfällen (use cases) z. B. in UML-Notation¹⁰.

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

- 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 betriebsinternen 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.

⁹ vgl. Sommerville 2001, S. 137

¹⁰ UML: Unified Modelling Language, ein von der OMG (Object Management Group) gepflegter Standard, siehe <http://www.omg.org/uml/>

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 können¹¹. In produzierenden Unternehmen kommen oft Informationssysteme in Form von Softwaresystemen¹² 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.

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 Flusskostenrechnung“ veröffentlicht wurden¹³.

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 be-

¹¹ für eine Beschreibung von umweltrelevanten Daten in Unternehmen vgl. Lang u. Jürgens 2003.

¹² synonym zu „Softwaresystem“ wird auch der Begriff „IT-System“ gebraucht.

¹³ Loew, T.: Konzept zur Entscheidungsfindung über den Einsatz von betrieblichen Umweltbilanzen, Umweltkennzahlen und Flusskostenrechnung, Berlin 2003, im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads oder www.ioew.de.

schreiben. 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 einem gesonderten Bericht des Forschungsprojekts INTUS¹⁴.

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. 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.

1.3.3 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

¹⁴ 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.

Systemkomponenten, technische Anforderungen, Datenstrukturen für die abzubildenden Daten, benötigte Programmalgorithmen, die Spezifikation von Schnittstellen sowie die Spezifizierung 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.

Exkurs Pflichtenheft:

Die Produktarchitektur wird in einem Pflichtenheft spezifiziert. Dieses wird basierend auf dem Lastenheft und den Erfahrungen mit dem Prototypen erstellt. Ein Pflichtenheft dient als Schnittstelle zwischen Anforderungskonzept (Lastenheft) und Systementwurf.

Nach DIN 69901 ist ein Pflichtenheft eine "ausführliche Beschreibung der Leistungen, die erforderlich sind oder gefordert werden, damit Ziele des Projektes erreicht werden". Im Pflichtenheft sind nach DIN 69905 die vom "Auftragnehmer erarbeiteten Realisierungsvorgaben" niedergelegt. Sie beschreiben die "Umsetzung des vom Auftraggebers vorgegebenen Lastenhefts". Weitergehende Vorgaben werden von der DIN nicht gemacht.

Das Pflichtenheft ist damit die Beschreibung der Realisierung aller Anforderungen des Lastenheftes. Das Pflichtenheft enthält das Lastenheft. Im Pflichtenheft werden die Anwendervorgaben detailliert und die technischen Realisierungsanforderungen beschrieben (VDI/VDE 3694: Lasten- / Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1991).

Ein Pflichtenheft muss folgende Anforderungen erfüllen:

- *Eindeutigkeit*
- *Vollständigkeit*
- *Verifizierbarkeit*
- *Konsistenz*
- *Modifizierbarkeit*
- *Nachvollziehbarkeit*
- *Nutzbarkeit*
- *Detailliertheit*

Wichtige Inhalte eines Pflichtenhefts sind dabei Zielsetzung, Aufgabenstellung, kritische Erfolgsfaktoren und Umsetzung.

*In der **Zielsetzung** müssen erreichbare, messbare und vollständige Ziele beschrieben werden und folgende Inhalte beschreiben:*

- *Vereinbarung zwischen Kunde und Auftragnehmer*
- *Bestandteil des Vertrags zwischen Auftraggeber und Entwickler*
- *Grundlage für die Beurteilung der Leistungserfüllung*
- *Grundlage für Kosten- und Zeitschätzungen*
- *Objektives Kriterium für Validierung und Abnahme*
- *Klärung bei Diskrepanzen zwischen Kunde und Auftragnehmer*

*In der **Aufgabenstellung** wird beschrieben, wie die Ziele durch entsprechende Entwicklungen und Tätigkeiten erreicht werden können, dies beinhaltet:*

- *Angestrebte Verbesserungen der wirtschaftlichen und technischen Ziele*
- *Funktionalität*
- *Leistungsmerkmale, Qualität*
- *Schnittstellen (Benutzerschnittstellen, Dialogkonzept)*
- *Performanz*

*Schließlich wird durch **kritische Erfolgsfaktoren** beschrieben, von welchen (auch äußeren) Umständen/Bedingungen eine erfolgreiche Abarbeitung der Aufgaben abhängt. Dies kann verschiedene Erfolgsfaktoren, eine Durchführbarkeitsanalyse, oder eine Kosten-Nutzenanalyse beinhalten-*

*Für die **Umsetzung** werden schließlich Arbeitsplan/Meilensteine, Beginn und Ende des Projektes, die Ausgestaltung und Terminierung eines Pilotsystems, sowie Termine für messbare Zwischenergebnisse beschrieben.*

1.3.4 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 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 (Sommerville 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.

1.3.5 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 werden, da ein ERP-System zum heutigen Entwicklungsstand zumeist Funktionalitäten hierfür zur Verfügung stellt¹⁵.

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.

¹⁵ 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.

1.3.6 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-Engineering¹⁶ wird auf die Notwendigkeit intensiven Testens von Softwareprodukten hingewiesen. Vor allem vor dem Hintergrund der spezifischen Charakteristika von Umweltcontrolling-Software (vergleiche dazu Seite 9f) muss ein besonderer Augenmerk auf die Validierung gelegt werden, also überprüft werden, ob die Erwartungen der Benutzer an das fertige Produkt erfüllt worden sind.

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.

1.3.7 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.

1.3.8 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.

1.3.9 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 leistungsfähigen IT-

¹⁶ vgl. Balzert 2000 und Sommerville 2001

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,
- 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 Vorschlagswesens 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).

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.

2 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 zu meist 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 Abbruchkriterien.

Die Praxiserfahrungen aus dem Forschungsprojekt INTUS zeigen, dass ein strukturiertes Vorgehen und die geschickte Einbeziehung der verschiedenen Promotoren wesentlich zum Projekterfolg und zur dauerhaften Nutzung von Umweltcontrollinginstrumenten im Unternehmen beitragen kann.

3 Literatur

- Balzert, H. (1998): Lehrbuch der Softwaretechnik, Band 2: Software-Management Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung, Spektrum Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Balzert, H. (2000): Lehrbuch der Software-Technik, Bd. I. Software-Entwicklung, 2. Auflage, Spektrum, Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Bullinger, H.-J. und Beucker, S. (2000): Stoffstrommanagement und Betriebliche Umweltinformationssystem (BUIS) liefern neue Impulse für das Umweltcontrolling in: Bullinger, H.-J.; Beucker, S. (Hrsg.): Stoffstrommanagement- Erfolgsfaktor für den betrieblichen Umweltschutz. Stuttgart Fraunhofer IRB Verlag, 2000
- Fowler, M., Scott, K. (2000): UML konzentriert, 2. akt. Auflage, Addison-Wesley, München u. a.
- Hauschildt, J. (1997): Innovationsmanagement, 2. Auflage, Verlag Vahlen, München.
- Heinrich, Lutz (1997): Management von Informatik-Projekten, Oldenbourg, München/ Wien.
- Hoffmann, E., Ankele, K., Steinfeldt, M. (2002): Kapazitätsbildung durch Umweltmanagement, in: Ökologisches Wirtschaften, Nr. 5/2002, Hrsg.: Institut und Vereinigung für ökologische Wirtschaftsforschung, ökom Verlag, München.
- Krcmar, H. (2000): Informationsmanagement, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin u. a., 2002.
- 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.
- 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.
- Scheer, A.-W.: ARIS (1998): Modellisierungsmethoden, Metamodell, Anwendungen, 3. Auflage, Springer, Berlin u.a.
- Seibt, D. (2001): Vorgehensmodell, in Mertens, P. (Hrsg.): Lexikon der Wirtschaftsinformatik, Springer-Verlag, Berlin u.a.
- Sommerville, I. (2001): Software Engineering, 6. Auflage, Pearson Studium, München.
- 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_IOW
- Steinfeldt, Michael; Lang, Claus: Konzept zur Implementierung und Institutionalisierung von Instrumenten des Umweltcontrolling, Berlin, Stuttgart (2004), im Internet verfügbar unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads
- Sternemann (1999): Team-Informationssystem – Beitrag zur Informations- und Wissensbereitstellung in dezentralen Strukturen, Dissertation an der Otto-von-Guerike-Universität Magdeburg.
- Thaller, G. E. (2000): Software-Test: Verifikation und Validation, Hannover, Heise.

- Tolbert, P., Zucker, L. (1996): The Institutionalisation of Institutional Theory. In Clegg, S., Hardy, C., Nord, W. (Hg.): Handbook of Organization Studies, London, S. 175-190
- Tschandl, M., Posch, A., Ortner, W. (2003): Webbasierte Unterstützung zur Implementierung eines integrierten Umweltcontrollingsystems, in: Heubach, D., Rey, U. (Hrsg.): Integration von Umweltinformationen in betriebliche Informationssysteme, Tagungsband zur 11. Tagung der Fachgruppe Betriebliche Umweltinformationssysteme der Gesellschaft für Informatik e.V. am 1. April 2003 in Stuttgart, Shaker Verlag, Aachen.

4 Anhang: Übersicht Arbeitsberichte Forschungsprojekt INTUS

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden folgende Berichte erstellt:

Ergebnisbroschüre

Spath, Dieter; Lang, Claus; Loew, Thomas (Hrsg.) (2003): Umweltcontrolling in produzierenden Unternehmen - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt INTUS, Stuttgart, Berlin.

Arbeitsberichte

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.

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 informations-technischen 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.

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, Stuttgart (2004)

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (IÖW) (Hrsg.): Wissenschaftlicher Endbericht zum Forschungsprojekt INTUS (2004)

Die Publikationen werden auf den Websites der Institute zum Download angeboten unter www.bum.iao.fraunhofer.de/downloads und www.ioew.de