



Fakultät II – Informatik, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften
Department für Informatik

**iBUIS: Konzeption eines integrierten Betrieblichen Umweltinformationssystems
- Fallstudie Volkswagen AG**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften

von

Dipl.-Wirt.-Inform. Christian Grünwald

Gutachter:

Prof. Dr.-Ing. habil. Jorge Marx Gómez
Prof. Dr. rer. pol. habil. Claus Rautenstrauch

Tag der Disputation: 30. Oktober 2008

Oldenburger Schriften zur Wirtschaftsinformatik

Band 2

Christian Grünwald

**iBUIS: Konzeption eines integrierten
Betrieblichen Umweltinformationssystems
– Fallstudie Volkswagen AG**

Shaker Verlag
Aachen 2009

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Oldenburg, Univ., Diss., 2008

Copyright Shaker Verlag 2009

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8077-2

ISSN 1863-8627

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Danksagung

Neben der Ausarbeitung und Entwicklung des integrierten Konzepts in Form des Ergebnisses war ein nicht geringes Maß an Organisation und Planung während der Erstellung dieser Arbeit gefordert. Für seine Unterstützung in diesen Aufgaben möchte ich Herrn Prof. Dr. Jorge Marx Gómez vonseiten der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg danken, der mir durch die Kooperation mit der Volkswagen AG eine Promotion mit hohem Praxisbezug in einem Großunternehmen ermöglicht hat. Er gab mir wichtige Anregungen hinsichtlich der formalen Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit und war ein kompetenter Ansprechpartner in Fragestellungen und Problemstellungen. Darüber hinaus danke ich Herrn Prof. Dr. Claus Rautenstrauch. Er gab mir hilfreiche Feedbacks während der Erstellung der Arbeit, um ein den wissenschaftlichen Kriterien angemessenes Ergebnis zu entwickeln.

Für ihre hilfsbereite Unterstützung möchte ich außerdem den Mitarbeitern der Unterabteilung Umwelt- und Konformitätsmanagement der Volkswagen AG danken. Sie hatten stets ein offenes Ohr für entstehende Fragen und versorgten mich insbesondere in der Phase der Systemanalyse mit den erforderlichen technischen Informationen. Der freundliche Umgang in der Abteilung sowie die ausgeprägte Teamarbeit haben mich während meiner praktischen Tätigkeit in der Volkswagen AG sehr beeindruckt. Mein ganz besonderer Dank gehört Herrn Dr. Claus Christoph Ritter. Er half mir durch regelmäßige Besprechungen, den Weg zum Ergebnis der Arbeit zielgerichtet zu verfolgen, dabei die gestellten wissenschaftlichen Anforderungen an eine Promotion zu berücksichtigen und mit einem in der betrieblichen Praxis anwendbaren Konzept zu vereinen.

Dank sagen möchte ich auch den Mitarbeitern der zahlreichen Fachabteilungen der Volkswagen AG, die ich im Rahmen der Arbeit kontaktiert habe und die mir durch ihren fachlichen Input erst den erforderlichen Praxisbezug des Konzepts ermöglicht haben sowie den an der Marktrecherche beteiligten Softwareanbietern, ohne deren Kooperation und detaillierte Produktinformationen ein derartiges Benchmarking zwischen umweltbezogenen Standardsystemen nicht möglich gewesen wäre.

Rechtliche Bestimmungen

Für die in dieser Arbeit verwendeten Marken und eingetragenen Marken (SAP®, R/3®, IBM®, Microsoft®, ORACLE®, Volkswagen® etc.) gelten die jeweiligen Copyright- und weiteren rechtlichen Bestimmungen. Auf diesen Aspekt, der für das gesamte Dokument Gültigkeit besitzt, wird im Folgenden nicht weiter eingegangen.

Veröffentlichungen über den Inhalt der Arbeit sind nur mit schriftlicher Genehmigung der Volkswagen AG zugelassen.

Die Ergebnisse, Meinungen und Schlüsse dieser Dissertation sind nicht notwendigerweise die der Volkswagen AG.

Anmerkung zum Ergebnis des Software-Benchmarkings

Die im Rahmen des Software-Benchmarkings entwickelten Empfehlungen für Standardsoftware-Module basieren auf Informationen durch die Softwareanbieter zur Leistungsfähigkeit ihrer Produkte sowie auf den Anforderungskriterien und Kriterienpriorisierungen, die auf die Fallstudie zum Zeitpunkt der Erstellung der Arbeit bezogen sind.

Für Benchmarkings in alternativen Szenarien oder unter abweichendem Zeitbezug ist das entwickelte Entscheidungsmodell hinsichtlich der relevanten Kriterien, Kriteriengewichtungen sowie Umfang und Leistungsfähigkeit der Softwarealternativen zu prüfen und erforderlichenfalls anzupassen.

Zusammenfassung

Datenquellen in Unternehmen werden häufig für mehrere Aufgabenbereiche genutzt. Darüber hinaus nimmt die Anzahl betrieblicher Fachaufgaben stetig zu. Zur effizienten Unterstützung der Fachaufgaben sind integrierte DV-Systeme erforderlich, die benötigte Informationen aus den vorliegenden heterogenen Quellsystemen beziehen und diese anforderungsgerecht aggregieren und verarbeiten.

Das vorgestellte Konzept für ein integriertes Betriebliches Umweltinformationssystem stellt ein verteiltes integriertes System dar und erlaubt sowohl den Einsatz von Standard- als auch von Individualsoftware für die empfohlenen Module. Neben den Modulen, die Umweltaufgaben in aufgabengetrennter Form unterstützen, beinhaltet das Systemszenario zusätzlich fachaufgabenübergreifende Komponenten.

Das Konzept besitzt einen Bezug zur betrieblichen Praxis in Form einer Fallstudie bei der Volkswagen AG.

Abstract

Data sources in industrial enterprises are often used in various tasks, and the amount of business tasks even increases. Consequently, integrated data processing systems are required that get essential information from heterogeneous source systems and aggregate and process it according to existing requirements.

The described concept of an integrated business environmental information system represents a distributed integrated system and allows using standard systems as well as individual software for the modules. Besides the modules that are isolated in view of the respective fields of environmental tasks, the system scenario contains “cross-functional” components.

The concept is related to practise in connection with a case study at Volkswagen AG.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	VI
Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme	X
Symbolverzeichnis	XIII
Abbildungsverzeichnis	XIV
Tabellenverzeichnis	XVII
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangslage und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Lösungsweg	3
1.3 Struktur der Arbeit.....	5
2 Grundlagen.....	8
2.1 Motivation	8
2.2 Fachliche Grundlagen.....	10
2.2.1 Klassifikation Betrieblicher Umweltinformationssysteme	11
2.2.2 Kategorien von Umweltdaten	12
2.2.3 Interessenten für das Umweltverhalten von Unternehmen	13
2.2.4 Überblick über den Bereich Umweltrecht	15
2.2.4.1 Umweltrecht im Bereich Abfallmanagement	18
2.2.4.2 Fazit - Betrachtung des Umweltrechts.....	20
2.3 Technische Grundlagen.....	20
2.3.1 Technische Komponenten für Systemarchitekturen	20
2.3.1.1 Mainframes und Client-Server-Systeme.....	24
2.3.1.2 Datenbanken	27
2.3.1.3 Die Extensible Markup Language	28
2.3.2 Methoden und Ansätze der Integration.....	31
2.3.2.1 Definition und Abgrenzung des Begriffs Reengineering.....	31
2.3.2.2 Definition und Abgrenzung des Begriffs Integration	33
2.3.2.3 Integrationsansätze auf Architekturebene.....	36
2.3.2.3.1 Stand-Alone-Systeme	36
2.3.2.3.2 Add On-Lösungen	37
2.3.2.3.3 Monolith	40
2.3.2.3.4 Data Warehouse.....	41
2.3.2.3.5 Portal	46
2.3.2.4 Integrationsansätze auf Applikationsebene.....	51
2.3.2.4.1 Ziele und Vorteile der Integration von Applikationen.....	52
2.3.2.4.2 Ebenen, Ausprägungen und Architekturen der Applikationsintegration.....	53
2.3.2.4.3 Web Services	57

2.3.3	Notwendigkeit zur Weiterentwicklung Betrieblicher Umweltinformationssysteme	59
2.3.3.1	Schwachstellen bestehender BUIS	60
2.3.3.2	Trends in der Weiterentwicklung von BUIS	62
2.3.3.2.1	Dynamik in der Umweltgesetzgebung.....	63
2.3.3.2.2	Integrierter Umweltschutz	63
2.3.3.2.3	Steigerung der Benutzerfreundlichkeit	64
2.3.3.2.4	Ziel einer einheitlichen Systemplattform.....	64
2.4	Grundlagen der Digitalen Fabrikplanung	66
2.4.1	Motivation für die Digitale Fabrikplanung	66
2.4.1.1	Aspekte der Fertigung.....	66
2.4.1.2	Relevante Gesetze und Verordnungen im Rahmen der Fabrikplanung	69
2.4.2	Struktur der Digitalen Fabrikplanung	70
2.4.3	Methoden der Digitalen Fabrikplanung	73
2.5	Grundlagen der Nachhaltigkeitsberichterstattung	77
2.5.1	Kennzahlen als Bestandteil der Unternehmensberichterstattung	77
2.5.2	Fehlerquellen in Zusammenhang mit der Ermittlung von Kennzahlen.....	80
2.5.3	Umweltkennzahlen und Umweltbericht.....	81
2.5.3.1	Begründung der Einführung von Umweltkennzahlen	81
2.5.3.2	Beispiele der Klassifizierung von Umweltkennzahlen	82
2.5.3.3	Geforderte Ökologische Leistungsindikatoren nach den Sustainability Reporting Guidelines G3 der GRI	82
2.5.4	Nachhaltigkeitsberichterstattung	84
2.5.4.1	Dynamik in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichterstattung.....	85
2.5.4.2	Standardisierung der Nachhaltigkeitsberichterstattung	87
2.5.4.3	Automatisierung der Nachhaltigkeitsberichterstattung.....	88
2.5.4.3.1	Begründung und Einflussfaktoren für eine Systemunterstützung.....	89
2.5.4.3.2	Überblick über bestehende Methoden und Lösungsansätze	91
3	Fallstudie Betriebliche Umweltinformationssysteme der Volkswagen AG	96
3.1	Grundzüge der Problemstellung	96
3.2	Analyse von Systemen und Prozessen	99
3.2.1	Systemanalyse	99
3.2.1.1	Betrachtung der technischen Plattform der Systeme	99
3.2.1.2	Existierende Schnittstellen im Ausgangsszenario	101
3.2.1.3	Analyse verarbeiteter Daten.....	102
3.2.2	Prozessanalyse	104
3.2.2.1	Betrachtete Prozesse	104
3.2.2.2	Schwachstellenanalyse und Prozessoptimierung	108

3.3	Entwicklung eines Fachkonzepts	110
3.3.1	Festlegung des Integrationsansatzes	111
3.3.2	Bestimmung fachspezifischer Module	114
3.3.3	Entwurf der Architektur des Fachkonzepts	115
3.4	DV-Konzeption integriertes Betriebliches Umweltinformationssystem	119
3.4.1	Durchführung der Marktrecherche	119
3.4.1.1	Aufgabenbereich Immissions-/ Gewässerschutz	120
3.4.1.2	Bereich Geographisches Informationssystem (GIS)	120
3.4.1.3	Aufgabenbereich Abfallmanagement	121
3.4.1.4	Aufgabenbereich Prozessmaterialdatenverwaltung/ Gefahrstoffmanagement	121
3.4.1.5	Aufgabenbereich Dokumentation von Messungen am Arbeitsplatz	122
3.4.1.6	Aufgabenbereich Materialcontrolling Bauteile	123
3.4.1.7	Aufgabenbereich Recycling	123
3.4.1.8	Aufgabenbereich Ökobilanzierung	123
3.4.1.9	Aufgabenbereich Umweltkennzahlen	124
3.4.1.10	Aufgabenbereich CO ₂ -Kalkulation für Fahrzeuge	124
3.4.2	Benchmarking zwischen fachaufgabenpezifischer Standardsoftware	125
3.4.2.1	Gewichtung der Bewertungskriterien	126
3.4.2.2	Ergebnisse des Benchmarkings	128
3.4.2.3	Kritische Nachbetrachtung der Benchmarking-Ergebnisse ..	133
3.4.3	Darstellung des DV-Konzepts	135
3.4.4	Komponente des zentralen Umwelt-Data Warehouses	140
3.4.4.1	Zusätzlich erforderliche Datenquellen	140
3.4.4.2	Konzept für ein zentrales Data Warehouse mit Umweltbezug	145
3.4.4.2.1	Datenbedarf System zur Verwaltung von Produkt-Materialdaten	146
3.4.4.2.2	Datenbedarf System zur Verwaltung von Prozessmaterialdaten	146
3.4.4.2.3	Datenbedarf Recyclinginformationssystem	147
3.4.4.2.4	Datenbedarf Umweltinformationssystem mit Anlagen- und Stoffstrombezug	147
3.4.4.2.5	Datenbedarf Systeme zur Verwaltung von Arbeitsplänen sowie Betriebsmitteldaten	147
3.4.4.2.6	Datenstrukturen und Beispielauswertung	148
3.4.4.2.7	Praxisbezogenes Beispiel und exemplarische Auswertungen	150
3.4.5	Komponente des Umweltportals	156
3.4.5.1	Klassifizierung von Portalen	156
3.4.5.2	Ziele und Anforderungen der Portal-Komponente	158
3.4.5.3	Einsatzbereich und Zielgruppe	159
3.4.5.4	Struktur des Umweltportals	160

3.4.5.5	Funktionen des Portals	164
3.4.5.6	Innerhalb der Portal-Komponente verwaltete Daten	167
3.4.5.7	Möglichkeiten der technischen Realisierung	169
3.4.5.7.1	Die Architektur	169
3.4.5.7.2	Das Struts-Framework	170
4	Konzeption der Schwerpunktthemen	171
4.1	Unterstützung der Nachhaltigkeitsberichterstattung	171
4.1.1	Grundzüge der Problemstellung.....	171
4.1.2	Konzept eines Data Warehouse-basierten Ansatzes zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsberichterstattung	172
4.1.2.1	Entwurf eines Datenmodells.....	174
4.1.2.2	Modellierung von Berechnungsvorschriften für Indikatoren	177
4.1.2.3	Multidimensionale Auswertungen	179
4.1.2.4	Modellierung des Systemkonzepts	182
4.1.2.4.1	Anwendungsfalldiagramme.....	182
4.1.2.4.2	Übersicht Aktivitätendiagramme	185
4.1.2.4.3	Weitere Komponenten des UML-Modells	187
4.1.2.5	Webbasierte Publikation von Nachhaltigkeitsberichten	187
4.1.2.5.1	Erhebung von Daten über das Benutzerverhalten.....	188
4.1.2.5.2	Bereinigung der erhobenen Daten	189
4.1.2.5.3	Prozessmodell für den Ablauf von Web Usage Mining sowie adressatenspezifische Informationsdarstellung	192
4.2	Einbindung von Umweltinformationen in Planungssysteme	195
4.2.1	Grundzüge der Problemstellung.....	195
4.2.2	Konzeption eines Planungssystems mit Umweltbezug.....	197
4.2.3	Prototyp-basierte Auswertung.....	200
4.2.3.1	Gegebene technische Methoden	201
4.2.3.2	Abzubildender Beispielprozess.....	201
4.2.3.3	Beschreibung des implementierten Umfangs	205
5	Schlussbetrachtung	209
5.1	Zusammenfassung	209
5.2	Ausblick.....	211
	Verweis auf den Anhang	213
	Literaturverzeichnis	214

Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme

AbfVerbrG	Abfallverbringungsgesetz
AbwAG	Abwasserabgabengesetz
ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route
AGAbwAG	Ausführungsgesetz zum Abwasserabgabengesetz
API	Application Programming Interface
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
B2B	Business-To-Business
B2C	Business-to-Consumer
B2E	Business-to-Employee
BAPI	Business Application Programming Interface
BauGB	Baugesetzbuch
BayBO	Bayerische Bauordnung
BbodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BE	Betriebseinheit
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BFILe	Binary File
BI	Business Intelligence
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BLOB	Binary Large Object
BodSchG	Bodenschutzgesetz
BrSchG	Brandschutzgesetz
BUIS	Betriebliches Umweltinformationssystem
BW	Business Information Warehouse
CAD	Computer Aided Design
Cd	Cadmium
CfP	Compliance for Products
CGI	Common Gateway Interface
ChemG	Chemikaliengesetz
CLOB	Character Large Object
CO	SAP-Modul Controlling
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COBOL	Common Business Oriented Language
COM	Component Object Model
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
DB	Datenbank
DB2	Database 2
DBCLOB	Double-Byte Character Large Object
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DCE	Distributed Computing Environment
DCOM	Distributed Component Object Model
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DISCO	Discovery of Web Services
DMP	Digital Manufacturing and Production
DMU	Digital Mock-Up
DTD	Dokumenttypdefinition
DTS	Discoverable Taxonomie Set
DV	Datenverarbeitung
EAI	Enterprise Application Integration
E-Business	Electronic Business
EC	Economic Performance Indicator
ECLF	Extended Common Logfile Format
ECP	Enterprise Collaborative Portal
EDASx	Elektronischer Datenaustausch von Sicherheitsdatenblättern über XML
EDM	Engineering Data Management

EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEP	Enterprise Expertise Portal
eEPK	erweiterte ereignisgesteuerte Prozesskette
EG	Europäische Gemeinschaft
EG-AbfVerbrV	Abfallverbringungsverordnung der Europäischen Gemeinschaft
E-Government	Electronic Government
EH&S	Environment, Health and Safety Management
EHS-Q	Environment, Health and Safety and Quality
EIP	Enterprise Information Portal
EJB	Enterprise JavaBeans
EKP	Enterprise Knowledge Portal
ELV	end-of-life vehicle
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EML	Environmental Markup Language
EPK	ereignisgesteuerte Prozesskette
E-PRTR	European Pollutants Release and Transfer Register
ER	Entity-Relationship
ERP	Enterprise Resource Planning
ETL	Extraktion, Transformation, Laden
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
G3	Guidelines Version 3
GaBi	Ganzheitliche Bilanzierung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GGBefG	Gefahrgutbeförderungsgesetz
GHG	greenhouse gas
GIS	Geographisches Informationssystem
GPSGV	Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz
GRI	Global Reporting Initiative
HTML	Hypertext Markup Language
IAO	Institut, Arbeitswirtschaft und Organisation
iBUIS	integriertes Betriebliches Umweltinformationssystem (Bezeichnung Konzept)
ID	Identifikationsnummer
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IMDS	International Material Data System
IP	Internet-Protocol
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
ISO	International Standardization Organization
IT	Informationstechnik
ITG	Informationstechnische Gesellschaft
IVU	Integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung
J2EE	Java Platform, Enterprise Edition
JDBC	Java Database Connectivity
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KrW-/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
LAbfG	Landesabfallgesetz
LAU HBV	Lagern, Abfüllen und Umschlagen/ Herstellen, Behandeln oder Verwenden wassergefährdender Stoffe
LBodSchG	Landesbodenschutzgesetz
LCA	Life Cycle Assessment
LOB	Large Object
LWaG	Wassergesetz des Landes
MDB	Materialdatenblatt
MM	SAP-Modul Materialwirtschaft (Material Management)
MS	Microsoft
NCLOB	National Character Large Object
NEC	National Emission Ceilings
NOx	Nitrous Oxide
ODBC	Open Database Connectivity
ODMA	Open Document Management API

OLE DB	Object Linking and Embedding, Database
OMA	Object Management Architecture
OMG	Object Management Group
PDF	Portable Document Format
PDM	Produktdatenmanagement
PP	SAP-Modul Produktionsplanung (Production Planning)
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations
RDBMS	Relationales Datenbankmanagementsystem
REACH	Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung (ursprüngl. Bezeichnung nicht mehr im Gebrauch)
RFC	Remote Function Call
RID	Regulation concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail
RL	Richtlinie
RMI	Remote Method Invocation
RoHS	Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment
RPC	Remote Procedure Call
SDB	Sicherheitsdatenblatt
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SO ₂	Schwefeldioxid
SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SOx	Schwefeloxid
SQL	Structured Query Language
SW	Software
TCP/IP	Transmission Control Protocol/ Internet Protocol
TEHG	Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
UC	Use Case
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
UIS	Umweltinformationssystem
UML	Unified Modeling Language
UmweltHG	Umwelthaftungsgesetz
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
VaWS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe
VBA	Visual Basic for Applications
VDA	Verband der Automobilindustrie
VM	Virtual Manufacturing
VO	Verordnung
VOC	volatile organic compound
VW OT	Volkswagen Originalteile
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WSDL	Web Services Description Language
XBRL	eXtensible Business Reporting Language
xEM	Cross-Application Emissions Management
XHTML	Extensible HyperText Markup Language
XI	Exchange Infrastructure
XLink	XML Linking Language
XML	Extensible Markup Language
XML-QL	Query Language for XML
Xpointer	XML Pointer (Language)
XQL	XML Query Language
XSD	XML Schema Definition
XSL	Extensible Stylesheet Language
XSLT	Extensible Stylesheet Language Transformations

Symbolverzeichnis

C_F	CO ₂ -Ausstoß des Fahrzeugs in g/km
E_{ges}	Gesamte Emissionen in der Operation
E_{Halle}	Gesamtemissionen aus der Werkshalle
e_A	Erfassungsgrad der Absauganlage
e_i	Emissionsfaktor des Schweißpunkts i
F	Frame
f_A	Filterfaktor der Absauganlage
g_i	Darstellungsdestination
h_i	HTML-File
hoehe_{E1}	Höhe der grafischen Säule zur Darstellung der Emissionen zu einer Operation
L	Link
m	Anzahl der Absauganlagen, deren Massenströme zusammenfließen
M_a	Massenstrom nach Passieren der Absauganlage
M_i	Massenstrom der Absauganlage i
n	Menge der gesetzten Schweißpunkte in der Operation
r	Art des verbundenen Links
S	Seitenstrukturkarte
V_F	Verbrauch des Fahrzeugs in l/100km

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Aspekte zu den fachlichen Grundlagen	11
Abb. 2.2: Schema zur Klassifikation von BUIS	12
Abb. 2.3: Kategorien von Umweltdaten	13
Abb. 2.4: Einordnung des Umweltrechts	15
Abb. 2.5: Umweltrecht der BRD	17
Abb. 2.6: Inverstransformation des Entwicklungsprozesses	32
Abb. 2.7: Schichtenmodell der Architektur eines Data Warehouses	43
Abb. 2.8: Hub-and-Spoke- sowie verteilte Architektur	53
Abb. 2.9: Web Services und zugehörige Rollenverteilungen	58
Abb. 2.10: Schichtensystem der Protokolle von Web Services	59
Abb. 2.11: Notwendigkeit der Weiterentwicklung bestehender BUIS	60
Abb. 2.12: Produktions-Anlaufkurve zu Serienbeginn sowie gesamter Produktionsverlauf	67
Abb. 2.13: Spannungsfeld der Automobilfertigung	68
Abb. 2.14: Abgrenzung der Fabrikplanung von operativer Planung und Steuerung	71
Abb. 2.15: Anlässe, Aufgaben sowie Ergebnisse im Rahmen der Fabrikplanung	72
Abb. 2.16: Fabrikplanung als betriebliche Institution	72
Abb. 2.17: Fehlerquellen in der Generierung und Auswertung von Kennzahlen	80
Abb. 2.18: Darstellung unterschiedlicher Stakeholdergruppen	84
Abb. 2.19: Entwicklungsstufen der Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichterstattung	85
Abb. 2.20: Marktsog und Technologieschub als Treiber der Nachhaltigkeitsberichterstattung	90
Abb. 2.21: Referenzarchitektur zur Nachhaltigkeitsberichterstattung	92
Abb. 2.22: Architektur Webbasiertes System zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsberichterstattung	95
Abb. 3.1: Umweltinformationssysteme der Volkswagen AG	96
Abb. 3.2: Fachlich verwandte Datenfelder in den Umweltinformationssystemen	103
Abb. 3.3: Ausschnitt Prozess <i>Freigabe/ Disposition/ Beschaffung Prozess-</i> <i>materialien</i> – Beschaffung nutzt System zur Prüfung eines zu beschaffenden Materials auf Freigabe	109
Abb. 3.4: Ausschnitt Prozess <i>Freigabe/ Disposition/ Beschaffung Prozess-</i> <i>materialien</i> – Beschaffung fragt manuell Daten zur Prüfung eines zu beschaffenden Materials auf Freigabe an	109
Abb. 3.5: Architektur des Fachkonzepts für ein integriertes Betriebliches Umweltinformationssystem	117

Abb. 3.6: Kriterien und Gewichtungen für das Benchmarking zwischen Softwarelösungen aus dem Aufgabenbereich Immissionschutz/ Gewässerschutz.....	128
Abb. 3.7: Ergebnis Nutzwertanalyse und PROMETHEE Immissions-/ Gewässerschutz.....	131
Abb. 3.8: Ergebnis Nutzwertanalyse und PROMETHEE Geographisches Informationssystem.....	131
Abb. 3.9: Ergebnis Nutzwertanalyse und PROMETHEE Abfallmanagement.....	132
Abb. 3.10: Ergebnis Nutzwertanalyse und PROMETHEE Gefahrstoffmanagement...	132
Abb. 3.11: Ergebnis Nutzwertanalyse und PROMETHEE Arbeitsplatzmessungen	132
Abb. 3.12: Ergebnis Nutzwertanalyse und PROMETHEE Materialcontrolling Bauteile	133
Abb. 3.13: DV-Konzept für ein integriertes Betriebliches Umweltinformationssystem.....	139
Abb. 3.14: Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen den Systemen.....	142
Abb. 3.15: Struktur einer Beispielauswertung.....	152
Abb. 3.16: Schema Feinstaubemissionen	153
Abb. 3.17: Auswertung Feinstaubemissionen, Oracle Discoverer	155
Abb. 3.18: Übersicht über das Umweltportal	160
Abb. 3.19: Use Cases des Systemverantwortlichen.....	165
Abb. 3.20: Use Cases des Nutzers	166
Abb. 3.21: Use Cases des Administrators.....	166
Abb. 3.22: Use Cases für alle Benutzer	167
Abb. 3.23: ER-Modell - Datenstruktur der Umweltportal-Komponente	168
Abb. 3.24: Model-View-Controller Architektur.....	170
Abb. 4.1: Architektur des Data Warehouse-basierten Systems zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsberichterstattung	173
Abb. 4.2: Ableitung der Datenfelder auf Grundlage der GRI G3-Guidelines	175
Abb. 4.3: Erforderliche Berechnungsschritte: Ausschnitt für die Indikatoren EN1, EN2 und EN3	178
Abb. 4.4: Snowflake-Schema für ein Data Warehouse-basiertes System zur Generierung von Umweltkennzahlen	181
Abb. 4.5: Beispiel eines Anwendungsfalldiagramms des UML-Modells der Komponente zur Erfassung der Basisdaten	184
Abb. 4.6: Beispiel der hierarchischen Struktur der Teilmodelle in Form von Aktivitätendiagrammen	185
Abb. 4.7: Beispiel eines Aktivitätendiagramms des Konzepts zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsberichterstattung	186
Abb. 4.8: Algorithmus des Web Usage Minings.....	194

Abb. 4.9: Ausgangspunkt für die Einbindung von Umweltinformationen in Planungssysteme.....	196
Abb. 4.10: Datenstruktur für ein umweltbezogenes Planungssystem.....	198
Abb. 4.11: Beispielprozess im Rahmen der Prototyp-basierten Implementierung.....	205
Abb. 4.12: Implementierter Beispielprozess.....	206
Abb. 4.13: Prototyp Einbindung von Umweltinformationen in Planungssysteme.....	208

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Relevante Gesetze und Verordnungen im Bereich Umweltrecht – Abfallrecht auf EU-Ebene	19
Tab. 2.2: Relevante Gesetze und Verordnungen im Bereich Umweltrecht – Abfallrecht auf Bundes-Ebene	19
Tab. 2.3: Relevante Gesetze und Verordnungen im Bereich Umweltrecht – Abfallrecht auf Landes-Ebene	19
Tab. 2.4: Kostenvergleich Host- und Client-Server-Systeme	25
Tab. 2.5: Vor- und Nachteile der Client-Server-Technologie gegenüber Großrechnersystemen	26
Tab. 2.6: Unterstützte LOB-Typen in Datenbanken.....	27
Tab. 2.7: Ebenen der Anwendungsintegration	54
Tab. 2.8: Wesentliche Formen von Middleware	55
Tab. 2.9: Vergleich von Formen der EAI-Architektur (Bewertung: + = gut, o = neutral, - = schlecht)	57
Tab. 2.10: Ökologische Leistungsindikatoren der Sustainability Reporting Guidelines G3 der GRI	83
Tab. 2.11: Organisation der Datenerfassung: Inhaltliche Gegenüberstellung Sustainability Reporting Guidelines G2 und G3 der GRI	88
Tab. 2.12: Aktuelle Trends der Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichterstattung.....	90
Tab. 2.13: Merkmale ausgewählter DTDs für Umweltberichte	93
Tab. 3.1: Prozessbezogene Umweltinformationssysteme der Volkswagen AG.....	97
Tab. 3.2: Produktbezogene Umweltinformationssysteme der Volkswagen AG	98
Tab. 3.3: Produkt- und prozessbezogene Umweltinformationssysteme der Volkswagen AG	98
Tab. 3.4: Software-Plattformen der Systeme im Ausgangsszenario	100
Tab. 3.5: Datenfüllgrade der untersuchten Systeme.....	102
Tab. 3.6: Beschreibung der analysierten Prozesse	105
Tab. 3.7: Beschreibung der analysierten Prozesse	106
Tab. 3.8: Beschreibung der analysierten Prozesse	107
Tab. 3.9: Wahl der Integrationsansätze	114
Tab. 3.10: Beschreibung der fachaufgabenspezifischen Module	115
Tab. 3.11: Identifizierte Softwarelösungen im Aufgabengebiet Immissions-/ Gewässerschutz.....	120
Tab. 3.12: Identifizierte Softwarelösungen im Bereich Geographisches Informationssystem (GIS)	120
Tab. 3.13: Identifizierte Softwarelösungen im Aufgabengebiet Abfallmanagement...121	

Tab. 3.14: Identifizierte Softwarelösungen im Aufgabengebiet Gefahrstoffmanagement	122
Tab. 3.15: Identifizierte Softwarelösungen im Aufgabengebiet Messungen am Arbeitsplatz	122
Tab. 3.16: Identifizierte Softwarelösungen im Aufgabengebiet Materialcontrolling für Bauteile	123
Tab. 3.17: Ermittlung der Kriteriengewichtungen am Beispiel Immissions-/ Gewässerschutz.....	127
Tab. 3.18: Schema zur Bewertung fachaufgabenspezifischer Softwarealternativen....	129
Tab. 3.19: Durch das Software-Benchmarking empfohlene Komponenten.....	133
Tab. 3.20: Tabelle der für die fachaufgabenspezifischen Module empfohlenen Softwarelösungen	135
Tab. 3.21: Informationsbedarf System zur Verwaltung von Produkt-Materialdaten ...	146
Tab. 3.22: Informationsbedarf System zur Verwaltung von Prozessmaterialdaten	147
Tab. 3.23: Informationsbedarf Recyclinginformationssystem	147
Tab. 3.24: Informationsbedarf Umweltinformationssystem mit Anlagen- und Stoffstrombezug.....	147
Tab. 3.25: Informationsbedarf Systeme zur Verwaltung von Arbeitsplänen sowie Betriebsmitteldaten.....	148
Tab. 4.1: Auszug aus dem Datenmodell: Tabelle <i>DirectEconomicValue ECI</i>	176
Tab. 4.2: Verfahren zur Erhebung von Benutzerdaten im Inter-/ Intranet	188
Tab. 4.3: Beispiel einer Server-Log-Datei im ECLF-Format.....	189
Tab. 4.4: Schritte der Datenbereinigung erhobener Benutzerdaten.....	191
Tab. 4.5: Berücksichtigte Verfahren der Nutzeridentifikation	192
Tab. 4.6: Parameter und zugehöriger Emissionsfaktor.....	207