



**Göttinger Wirtschaftsinformatik**

Herausgeber: J. Biethahn† • L. M. Kolbe • M. Schumann

Christoph Beckers

## **Management von Wasserinformationen in der Fleischindustrie**

Analyse von Systemanforderungen zur  
produktspezifischen Ausweisung von  
Water Footprints

**Band 75**



**Cuvillier Verlag Göttingen**

Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag







# Göttinger Wirtschaftsinformatik

Herausgeber: J. Biethahn<sup>†</sup> · L. M. Kolbe · M. Schumann

Band 75

Christoph Beckers

## **Management von Wasserinformationen in der Fleischindustrie**

Analyse von Systemanforderungen zur produkt-  
spezifischen Ausweisung von Water Footprints

CUVILLIER VERLAG



## Herausgeber

Prof. Dr. J. Biethahn<sup>†</sup> Prof. Dr. L. M. Kolbe Prof. Dr. M. Schumann

Georg-August-Universität  
Wirtschaftsinformatik  
Platz der Göttinger Sieben 5  
37073 Göttingen

### **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.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2014  
Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2014

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2014  
Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen  
Telefon: 0551-54724-0  
Telefax: 0551-54724-21

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2014

Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

ISBN 978-3-95404-809-0  
eISBN 978-3-7369-4809-9



# **Management von Wasserinformationen in der Fleischindustrie**

Analyse von Systemanforderungen zur produktspezifischen Ausweisung von  
Water Footprints

**Dissertation**

Zur Erlangung des wirtschaftswissenschaftlichen Doktorgrades

der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von

Dipl.-Kfm. Christoph Beckers

aus Geilenkirchen

Göttingen, 2014



Erstgutachter: Prof. Dr. Lutz M. Kolbe

Zweitgutachter: Prof. Dr. Walter Brenner

Tag der mündlichen Prüfung: 15.9.2014



## Vorwort

Vor dem Hintergrund der zunehmend öffentlich geforderten nachhaltigen Ausgestaltung der unternehmerischen Wertschöpfung ist das Management von betrieblichen Umweltinformationen zu einer bedeutenden Herausforderung geworden. Die Themenstellung der Dissertation resultiert aus der Beobachtung, dass in der Fleisch(waren)industrie IT-Systeme zum Management von Umweltinformationen sowie Water Footprints als Nachhaltigkeitsindikatoren, trotz deren nachgewiesener Bedeutung, nur unzureichend genutzt werden. Die vorliegende Arbeit befasst sich somit explizit mit dem Management von betrieblichen Wasserinformationen zur Ausweisung von produktspezifischen Water Footprints. Aufbauend auf der ausführlichen Analyse von Herausforderungen und Systemanforderung werden dabei Anforderungen an idealtypische Lösungsansätze für die Fleisch(waren)industrie erarbeitet.

An erster Stelle danke ich meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. Lutz M. Kolbe, für die Unterstützung der Promotion. Ich habe mich als externer Doktorand immer sehr gut aufgehoben gefühlt und weiß, die erbrachten Mühen sowie die erfahrene Unterstützung zu schätzen. Ebenso danke ich Herrn Professor Dr. Walter Brenner. Neben der Rolle als Zweitgutachter, gebührt ihm mein Dank für die Initiierung meines Promotionsvorhabens. Des Weiteren bedanke ich mich herzlich für die Übernahme der Rolle des Drittprüfers bei Herrn Professor Dr. Matthias Schumann.

Nachfolgend möchte ich den Kollegen am Lehrstuhl für die freundliche Aufnahme und den offenen Austausch danken. Ein besonderer Dank gebührt Hendrik Hilpert und Sebastian Zander für unzählige wertvolle Anregungen bei der Ausarbeitung meiner wissenschaftlichen Arbeit sowie Nicky Opitz, Tobias Langkau, Sebastian Busse, Simon Trang, Maria Fischmann und Dr. Richard Beetz für die gute Zusammenarbeit.

Für die Unterstützung im beruflichen Umfeld danke ich besonders Herrn Dr. Peter Schimitzek für die erfahrene Förderung; Herrn Dr. van Betteray für richtungsweisende inhaltliche Impulse; Harald Graf für die flexible Ausgestaltung meines Arbeitsvertrages sowie Hermann Schalk, der mir die Fertigstellung der Arbeit ermöglicht hat.

Vor allem gebührt mein Dank meiner Familie, der ich diese Arbeit widme.

Christoph Beckers





# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>XI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage und Problemstellung.....	1
1.2 Ziele und Forschungsfragen.....	3
1.3 Beitrag der Arbeit.....	4
1.4 Forschungsmethodik.....	5
1.5 Aufbau der Arbeit.....	8
<b>2 Konzeptionelle Grundlagen</b> .....	<b>10</b>
2.1 Das Element Wasser.....	10
2.2 Wasserinformationen.....	12
2.2.1 Begriffsbestimmung.....	12
2.2.2 Wirkung von Wasserinformationen.....	14
2.2.3 Virtuelles Wasser.....	16
2.2.4 Water Footprint.....	17
2.3 Informationsmanagement.....	20
2.3.1 Begriffsbestimmung.....	20
2.3.2 Aufgaben des Informationsmanagements.....	22
2.3.3 Management von Umweltinformationen.....	23
2.3.4 Management von Wasserinformationen.....	25
2.4 Green Information Systems.....	26
2.4.1 Begriffsbestimmung.....	27
2.4.2 Kategorisierung von BUIS-Komponenten.....	29
2.4.3 IS zur Nachhaltigkeitskommunikation.....	32
2.4.4 IS zum Management von Wasserinformationen.....	34
2.5 Beitrag des Kapitels zur Arbeit.....	36
<b>3 Die Fleischindustrie</b> .....	<b>37</b>
3.1 Zahlen und Fakten.....	37
3.2 Produktionsprozesse in der Wertschöpfungskette Fleisch.....	39
3.3 Spezifika der Wertschöpfungskette.....	41
3.4 Produktionsprozesse der Fleisch verarbeitenden Industrie.....	44
3.5 Informationsmanagement in der Fleischindustrie.....	46
3.6 Status quo des Managements von Umweltinformationen.....	49



3.7	Bedeutung von Wasserinformationen in der Fleischindustrie.....	51
3.8	Beitrag des Kapitels für die Arbeit.....	54
<b>4</b>	<b>Herausforderungen der Ausgestaltung von BUIS in der Fleischindustrie .....</b>	<b>56</b>
4.1	Theoretisch bekannte Herausforderungen der Green IS/BUIS- Forschung.....	56
4.1.1	Systematik und Vorgehensweise der Analyse.....	56
4.1.2	Verwandte Literaturanalysen – Green IS/BUIS .....	58
4.1.3	Durchführung der Literaturanalyse .....	59
4.1.3.1	Forschungsstand – Adaptions- und Diffusionsfaktoren.....	61
4.1.3.2	Forschungsstand – Gestaltungsfaktoren .....	64
4.1.4	Beitrag des Kapitels für die Arbeit .....	73
4.2	Praktisch relevante Herausforderungen in der Fleischindustrie.....	74
4.2.1	Methodik der Fallstudienenerhebung.....	74
4.2.2	Auswahl der Unternehmen .....	76
4.2.3	Fallbeschreibung Fallstudienpartner 1.....	78
4.2.3.1	Unternehmen.....	78
4.2.3.2	Ausgangssituation .....	79
4.2.3.3	Forschungsstand – Adaptions- und Diffusionsfaktoren.....	81
4.2.3.4	Gestaltungsfaktoren .....	84
4.2.4	Fallbeschreibung Fallstudienpartner 2.....	86
4.2.4.1	Unternehmen.....	86
4.2.4.2	Ausgangssituation .....	88
4.2.4.3	Adaptions- und Diffusionsfaktoren.....	90
4.2.4.4	Gestaltungsfaktoren .....	92
4.2.5	Fallbeschreibung Fallstudienpartner 3.....	93
4.2.5.1	Unternehmen.....	93
4.2.5.2	Ausgangssituation .....	94
4.2.5.3	Adaptions- und Diffusionsfaktoren.....	97
4.2.5.4	Gestaltungsfaktoren .....	98
4.2.6	Zusammenfassung der Studienergebnisse .....	100
4.2.6.1	Ausgangssituation .....	100
4.2.6.2	Zusammenfassung der fördernden Faktoren.....	101
4.2.6.3	Zusammenfassung der hemmenden Faktoren.....	102
4.2.6.4	Zusammenfassung der Gestaltungsfaktoren .....	103
4.2.7	Beitrag des Kapitels für die Arbeit .....	105
4.3	Erstellung eines Bezugsrahmens für die Arbeit .....	106
4.3.1	Strukturierung und Abgrenzung des Forschungsobjektes .....	106
4.3.1.1	Adaption und Diffusion .....	108
4.3.1.2	Ausgestaltung.....	110
4.3.2	Abgleich von Theorie und Praxis .....	111



4.3.2.1	Ausgangssituation – Management von Wasserinformationen.....	111
4.3.2.2	Verhaltensorientierte Herausforderungen.....	112
4.3.2.3	Gestaltungsorientierte Herausforderungen .....	114
4.3.3	Strukturierung der weiteren Vorgehensweise.....	116
<b>5</b>	<b>Empirische Erhebung von Adaption- und Diffusionsfaktoren sowie Systemanforderungen .....</b>	<b>118</b>
5.1	Vorbemerkung und Ziel der Erhebung.....	118
5.2	Forschungsmethodik und Vorgehensweise .....	119
5.3	Aufbau des Fragebogens .....	121
5.4	Erhebung der Daten.....	122
5.4.1	Pretest .....	122
5.4.2	Durchführung der Befragung.....	123
5.4.3	Beschreibung des Datensatzes.....	123
5.5	Status quo des Managements von Wasserinformationen .....	125
5.6	Status quo der BUIS-Infrastruktur.....	127
5.7	BUIS-Adaption und -Diffusion .....	133
5.7.1	Herleitung von Erklärungsansätzen.....	133
5.7.1.1	TOE-Framework – Umwelt .....	133
5.7.1.2	TOE-Framework – Organisation .....	134
5.7.1.3	TOE-Framework – Technologie .....	136
5.7.2	Erstellung eines Erklärungsmodells .....	138
5.7.2.1	Explorative Herleitung des Erklärungsmodells .....	139
5.7.2.2	Konfirmatorische Prüfung des Erklärungsmodells.....	145
5.7.3	Interpretation des Erklärungsmodells.....	148
5.8	Branchenspezifische Bewertung von Gestaltungsfaktoren .....	149
5.8.1	Bewertung von Gestaltungsfaktoren .....	149
5.8.2	Kategorisierung von Gestaltungsfaktoren .....	153
5.8.3	Ableitung von branchenspezifischen Systemanforderungen.....	156
5.9	Zusammenfassung und kritische Würdigung der Studienergebnisse.....	158
<b>6</b>	<b>Lösungsansätze zum Management von Wasserinformationen (WI-MS).....</b>	<b>160</b>
6.1	Forschungsdesign .....	160
6.2	Problemidentifikation und Motivation .....	162
6.3	Zieldefinition .....	162
6.4	Anforderungen an „WI-MS“ .....	162
6.4.1	Definition und Abgrenzung des Datenbedarfs .....	163
6.4.2	Erfassung von Wasserinformationen.....	168
6.4.3	Nutzung von Wasserinformationen .....	171
6.4.4	Kommunikation von Wasserinformationen.....	173
6.5	Modellierung „WI-MS“.....	174



6.5.1	Allgemeines Systemdesign „WI-MS“ .....	174
6.5.2	„WI-MS“-Lösungsansätze – Erfassung .....	178
6.5.3	„WI-MS“-Lösungsansätze – Nutzung .....	180
6.5.4	„WI-MS“-Lösungsansätze – Kommunikation .....	185
6.6	Validierung der Lösungsansätze .....	186
6.6.1	Forschungsdesign .....	186
6.6.2	Ergebnisse der qualitativen Validierung .....	188
6.6.3	Herleitung eines quantitativen Bewertungsansatzes .....	193
6.6.4	Exemplarisches Vorgehen zur Bewertung des „WI-MS“ Konzeptes .....	196
6.7	Zusammenfassung und kritische Bewertung der Erkenntnisse .....	197
<b>7</b>	<b>Fazit und zukünftiger Forschungsbedarf .....</b>	<b>199</b>
7.1	Abschließendes Fazit .....	199
7.2	Beitrag der Forschungsarbeit für Wissenschaft und Praxis .....	202
7.3	Zukünftiger Forschungsbedarf .....	203
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>206</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>245</b>
	<b>Lebenslauf und Publikationen .....</b>	<b>248</b>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Meta-Forschungsprozess der Dissertation .....	5
Abbildung 2: Forschungsmethodik der Arbeit .....	6
Abbildung 3: Struktur der Arbeit .....	9
Abbildung 4: Formen und Folgen der Wassernutzung .....	15
Abbildung 5: Handlungsebenen des Informationsmanagements .....	21
Abbildung 6: Lebenszyklusmodell der Informationswirtschaft.....	22
Abbildung 7: Prozess der Informationsverarbeitung .....	23
Abbildung 8: Fachliche Einordnung BUIS .....	28
Abbildung 9: Morphologischer Kasten zur Kategorisierung von BUIS .....	31
Abbildung 10: Grundlegende Komponenten von Berichts- und Auskunftssystemen.....	33
Abbildung 11: Produktionsprozess und Akteure in der Wertschöpfungskette Fleisch .....	39
Abbildung 12: Anteil der einzelnen Fleischsorten am Pro-Kopf-Verzehr in Deutschland .....	40
Abbildung 13: Spektrum der Kooperationsformen in der Fleischindustrie .....	42
Abbildung 14: Ketten und Netzwerke in der Fleischindustrie .....	43
Abbildung 15: Prozess der Fleischwarenproduktion .....	45
Abbildung 16: Gesetze und Informationspflichten in der Wertschöpfungskette .....	47
Abbildung 17: Stichprobenbefragung zur Bedeutung der Nachhaltigkeitsberichterstattung... ..	50
Abbildung 18: Bedeutende virtuelle Wasserflüsse .....	52
Abbildung 19: Relation zwischen Wasserknappheit und Wasserimport pro Land .....	53
Abbildung 20: Prozess der Fallstudienforschung (in Anlehnung an Yin 1994, 49).....	75
Abbildung 21: IT-System-Infrastruktur Fallstudienpartner 1 .....	80
Abbildung 22: IT-System-Infrastruktur Fallstudienpartner 2 .....	89
Abbildung 23: IT-System-Infrastruktur Fallstudienpartner 3 .....	95
Abbildung 24: Bezugsrahmen der Arbeit.....	107
Abbildung 25: Das TOE-Framework (in Anlehnung an Tornatzky/Fleischer 1990, 153) .....	109
Abbildung 26: Horizontale und vertikale LCA-Integration .....	111
Abbildung 27: Rücklaufcharakteristik vollständig beantworteter Fragebögen.....	123
Abbildung 28: Herkunft und Funktion der Teilnehmer.....	124



Abbildung 29: Verteilung der Unternehmensgröße nach Umsatz und Mitarbeiteranzahl .....	125
Abbildung 30: Verteilung der Unternehmen nach der Anzahl unterschiedlicher Produkte ...	125
Abbildung 31: Zweck der Erfassung von Wasserinformationen.....	126
Abbildung 32: Art der Erfassung von Wasserinformationen .....	126
Abbildung 33: Zweck der Green-IS-/BUIS-Nutzung .....	127
Abbildung 34: Zukünftiger Stellenwert des Managements von Umweltinformationen .....	128
Abbildung 35: Technische BUIS-Basis.....	129
Abbildung 36: Verwendete technische BUIS-Basis nach Umsatz .....	129
Abbildung 37: Verwendete technische BUIS-Basis nach Anzahl der Mitarbeiter.....	130
Abbildung 38: Hemmende Faktoren der BUIS-Adaption.....	131
Abbildung 39: Relevante Faktoren bei der Entscheidung gegen ein BUIS .....	132
Abbildung 40: Messmodell der latenten Variablen für den Faktor „Umwelt“ .....	141
Abbildung 41: Messmodell der latenten Variablen für den Faktor „Organisation“ .....	143
Abbildung 42: Messmodell der latenten Variablen für den Faktor „Technologie“ .....	145
Abbildung 43: Erklärungsmodell BUIS-Adaptionsfaktoren.....	147
Abbildung 44: Faktoren mit einer positiven Wirkung auf die BUIS-Adaption .....	152
Abbildung 45: Anforderungen von „Green-IS-Nutzern“ hinsichtlich der Ausgestaltung.....	152
Abbildung 46: Schematische Darstellung der Datenbasis der WFP-Berechnung .....	164
Abbildung 47: Abgrenzung des Datenbedarfs .....	169
Abbildung 48: Systemarchitektur Gesamtmodell .....	175
Abbildung 49: Grundprinzip der RCB-Berechnung .....	177
Abbildung 50: Sensornetzwerk zur quantitativen internen Erfassung.....	179
Abbildung 51: Konfiguration der Erfassung von RCBs .....	180
Abbildung 52: Use-Case-Diagramm – Erfassung quantitativ intern .....	181
Abbildung 53: Use-Case-Diagramm – qualitative Bewertung .....	183
Abbildung 54: Use-Case-Diagramm – Gesamtprozess mit Nutzungsoptionen.....	184
Abbildung 55: Systemarchitektur – Kommunikation .....	185
Abbildung 56: Bewertungsschema für IT-Investitionen .....	195
Abbildung 57: Vorlage zur quantitativen Bewertung eines Lösungsansatzes.....	197



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beitrag der Dissertation zu Wissenschaft und Praxis .....	4
Tabelle 2: In der Dissertation angewandte Methoden der Wirtschaftsinformatik .....	7
Tabelle 3: Bestimmung der grundlegenden Begriffe .....	13
Tabelle 4: Begriffsbestimmung Wasserinformationen .....	14
Tabelle 5: Zur Literaturanalyse verwendete Suchbegriffe und Schlüsselwörter .....	57
Tabelle 6: Ergebnisse der Literaturanalyse .....	60
Tabelle 7: Gestaltungsfaktoren der Informationswirtschaft (IW) .....	66
Tabelle 8: Gestaltungsfaktoren der Informationssysteme (IS) .....	68
Tabelle 9: Gestaltungsfaktoren der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ...	72
Tabelle 10: Übersicht der Fallstudienteilnehmer .....	77
Tabelle 11: Funktionsübersicht ERP-System Fallstudienpartner 1 .....	80
Tabelle 12: Funktionsübersicht ERP-System Fallstudienpartner 2 .....	88
Tabelle 13: Funktionsübersicht ERP-System Fallstudienpartner 3 .....	94
Tabelle 14: Vergleich der Ausgangssituationen .....	101
Tabelle 15: Zusammenfassung der in den Fallstudien identifizierten fördernden Faktoren ..	102
Tabelle 16: Zusammenfassung der in den Fallstudien identifizierten hemmenden Faktoren	103
Tabelle 17: Zusammenfassung der identifizierten Gestaltungsfaktoren .....	104
Tabelle 18: Ansätze zur Nutzung der bestehenden IT-Infrastruktur .....	105
Tabelle 19: Bezugsrahmen Wasserinformationen .....	110
Tabelle 20: Verhaltensorientierte Herausforderungen .....	113
Tabelle 21: Gestaltungsorientierte Herausforderungen .....	115
Tabelle 22: Ziele der Erhebung .....	118
Tabelle 23: Aufbau des Fragebogens .....	121
Tabelle 24: Weitere Funktion im Unternehmen .....	124
Tabelle 25: Mögliche Indikatorvariablen der TOE-Komponente „Umwelt“ .....	134
Tabelle 26: Mögliche Indikatorvariablen der TOE-Komponente „Organisation“ .....	136



Tabelle 27: Mögliche Indikatorvariablen der TOE-Komponente „Technologie“ .....	138
Tabelle 28: Reliabilitätsanalyse der extrahierten Komponente „Umwelt“ .....	140
Tabelle 29: Rotierte Faktorenladungsmatrix der Indikatorvariablen „Umwelt“ .....	141
Tabelle 30: Reliabilitätsanalyse der extrahierten Komponenten „Organisation“ .....	142
Tabelle 31: Rotierte Faktorenladungsmatrix der Indikatorvariablen „Organisation“ .....	142
Tabelle 32: Reliabilitätsanalyse der extrahierten Komponenten .....	144
Tabelle 33: Rotierte Faktorenladungsmatrix der Indikatorvariablen „Technologie“ .....	144
Tabelle 34: Reliabilitätsanalyse der extrahierten Komponenten .....	153
Tabelle 35: Rotierte Faktorenladungsmatrix der technischen Gestaltungsfaktoren .....	154
Tabelle 36: Ergebnis der Faktorenanalyse der technischen Gestaltungsfaktoren .....	155
Tabelle 37: Klassifikation der Modellierungstechnik anhand der Modellierungssprache .....	161
Tabelle 38: Abgrenzung des Datenbedarfs zur WF-Berechnung .....	167
Tabelle 39: Systemanforderungen – Erfassung .....	170
Tabelle 40: Systemanforderungen – Nutzung .....	172
Tabelle 41: Systemanforderungen – Kommunikation .....	173
Tabelle 42: Mittelwertvergleich zur Bewertung der Artefaktqualität .....	189
Tabelle 43: Validierung der Design Principles .....	190
Tabelle 44: Berücksichtigung der Kritikpunkte/Verbesserungsvorschläge .....	192



## Abkürzungsverzeichnis

AMI	Automated Metering Infrastructure
AMM	Automated Meter Management
AMR	Automated Meter Reading
B <sub>F</sub>	Bedeutung eines Faktorens
BUIS	betriebliches Umweltinformationssystem
c <sub>act</sub>	standardmäßige Schadstoffkonzentration
c <sub>effl</sub>	Schadstoffkonzentration der Abwassermenge
CEMIS	Corporate Environmental Management Information System
CIAA	Conferderation of food and drink industries
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIS	Chargeninformationssystem
c <sub>max</sub>	Maximale natürliche Schadstoffbelastung
c <sub>nat</sub>	natürliche Schadstoffkonzentration
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
cx	Gesamtchargenmenge
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DOI	Diffusion of Innovations
DSRM	Design Science Research Methodology
DV	Datenverarbeitung
EDI	Electronic Data Interchange
EFA	explorative Faktorenanalyse
Effl	Abwassermenge
EG	Europäische Gemeinschaft
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EMIS	Environmental Management Information System
ERP	Enterprise Ressource Planning
f <sup>2</sup>	Effektstärke
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
FF	fördernde Faktoren
FMS	Faciliy Management System
FPI	Food Processing Initiative e.V.
FP	Fallstudienpartner
GAP	Good Agricultural Practice
GDP	Good Distribution Practice
GGIS	Global Groundwater Information Systems



GHP	Good Hygiene Practice
GIS	Geographical Information System
GMP	Good Manufacturing Practice
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GRC	Governance, Risk Management und Compliance
GRI	Global Reporting Initiative
GS1	Global Standards One
GUI	Graphical User Interface
GVK	gemeinsamer Verbundkatalog
H	Wasserstoff
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
HF	hemmende Faktoren
IHE	Institute for Water Education
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IKT <sub>x</sub>	Gestaltungsfaktor Informations- und Kommunikationstechnologie Nr. x
IM	Informationsmanagement
IS	Informationssystem
ISO	International Organization of Standardization
IS <sub>x</sub>	Gestaltungsfaktor Informationssysteme Nummer x
IT	Informationstechnologie
IW	Informationswirtschaft
IW <sub>x</sub>	Gestaltungsfaktor Informationswirtschaft Nummer x
KMU	kleine und mittelständische Unternehmen
KVP	kontinuierlicher Verbesserungsprozess
KW	Kalenderwoche
L	Pulutant Load
LAN	Local Area Network
LCA	Life Cycle Analysis
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
M <sub>x</sub>	Mittelwert von Faktor x
M-BUS	Meter-Binary Unit System
MES	Manufacturing Execution System
MHD	Mindesthaltbarkeitsdatum
MS	Microsoft
MSA	Measure of Sampling Adequacy
N	Anzahl der Nennungen



O	Sauerstoff
ODBC	Open Database Connectivity
OEE	Overall Equipment Efficiency
OLE	Object Linking and Embedding
OOA	objektorientierte Analyse
OPC	Object Linking and Embedding for Process Control
OS/2	Operating System/2
p	Produkt
P	Menge
PPS	Produktionsplanungs- und Steuerungssystem
px	Gewicht des Einzelproduktes
Q <sup>2</sup>	Vorhersagevalidität
QM	Qualitätsmanagement
QMS	Qualitätsmanagementsystem
QS	Qualitätssicherung
R <sup>2</sup>	Regressionskoeffizient
RCB	Ressource Consumption Backpack
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung
RV	Rückverfolgbarkeit
s	Produktionsschritt
SB	Selbstbedienung
SCM	Supply Chain Management
SEM	Structural Equation Modeling
STS	Sozio-Technical Systems
SWAT	Soil and Water Assessment Tool
SWM	Smart Water Meter
t	Zeitpunkt
TAM	Technology Acceptance Model
TOE	Technology, Organization, Environment
TPB	Theory of planned behaviour
U <sub>ind</sub>	Indirekt genutzte Wassermenge
UIS	Umweltinformationssystem
U <sub>mac</sub>	maschinelle Wassernutzung
UML	Unified Modeling Language
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
U <sub>rec</sub>	Wassermenge in der Rezeptur



UTAUT	Theory of Acceptance and Use of Technology
$U_{\text{was}}$	Wassernutzung zur Reinigung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
$VF_{\text{was}}$	Verunreinigungsfaktor
VIF	Varianzinflationsfaktor
VO	Verordnung
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WCED	World Commission on Environment and Development
WF	Water Footprint
$WF_{\text{ind}}$	Indirekter WF
$WF_{\text{mac}}$	WF der maschinellen Verarbeitung
WFN	Water Footprint Network
WFP	Water Footprinting
$WF_{\text{proc,blue}}$	blauer WF eines Prozesses
$WF_{\text{proc,green}}$	grüner WF eines Prozesses
$WF_{\text{proc,grey}}$	grauer WF eines Prozesses
$WF_{\text{rec}}$	WF der Rezeptur
$WF_{\text{was}}$	WF der Reinigung von Produktionsmitteln
WHO	World Health Organization
WI	Wirtschaftsinformatik
WIIS	Water Infrastructure Information System
WI-MS	Wasserinformations-Managementsystem
WKWI	Wissenschaftliche Kommission für Wirtschaftsinformatik
WMIS	Water Management Information System
WMS	Warehouse Management System
WPL	Weigh Price Labeling
WS	Weihenstephan
WWAP	World Water Assessment Programme
WWF	World Wide Fund for Nature
WZ	Wirtschaftszweig
x	produzierte Gesamtmenge
y	eingesetztes Produkt (Rohstoff)
z	Fertigprodukt
ZMO	Zentraler Stab Risk Strategy, Market and Operational Risk Control



# 1 Einleitung

*Many of the wars of the 20th century were about oil, but wars of the 21st century will be over water [...] unless we change the way we manage water.*

(Ismail Serageldin, ehemaliger Vice President World Bank)<sup>1</sup>

## 1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Im Kontext des globalen Wandels wird derzeit eine öffentliche Diskussion über die Nachhaltigkeit wirtschaftlichen Handelns geführt. Nicht nur die verschärfte politische Reglementierung der Nutzung natürlicher Ressourcen (vgl. Much 2013, 319–341), sondern auch die Forderung von Verbrauchern nach einer ökologisch gerechten Produktion, Verpackung und Auszeichnung (vgl. Meffert 1999, 135–142; Balderjahn 2013, 199–220; Rauch 2012, 34) unterstreichen die gewachsene Sensibilität hinsichtlich der sozio-ökologischen Komponenten unternehmerischen Handelns. Speziell in der Fleischindustrie lassen sich drei Tendenzen verzeichnen, welche die vorliegende Dissertation maßgeblich motivieren:

### *1) Zunehmende Bedeutung der Nachhaltigkeitskommunikation*

Die Nachhaltigkeit in der Wertschöpfungskette der Ernährungsindustrie, insbesondere der Fleischindustrie, rückt in zunehmendem Maße in das öffentliche Interesse (vgl. Flachowsky 2011, 21–27; Albersmeier/Spiller 2010, 181–193). Produzierende Unternehmen befinden sich in einem Spannungsfeld aus Rendite, Tierwohl und dem Umgang mit knappen natürlichen Ressourcen (vgl. Spiller et al. 2005, 19; Uffelman 2010, 67). Die durch die Nachhaltigkeitsdiskussion und den teilweise spürbaren Klimawandel sensibilisierten Stakeholder stellen die Fleischwarenproduzenten mit den hieraus resultierenden Anforderungen an die Erfassung und Ausweisung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsinformationen vor neue Herausforderungen (vgl. Brinkmann/Petersen 2011, 28–30; Jungbluth et al. 2011, 54–72).

Nachhaltigkeitsberichte und produktspezifische Nachhaltigkeitsindikatoren können von den produzierenden Unternehmen zur Vermarktung ihrer Produkte genutzt werden (vgl. Röben/Frey 2013, 88–90). Um Reputationsrisiken zu vermeiden, bedarf es dazu jedoch – gerade in der skandalträchtigen Fleischindustrie – der Ausweisung valider Informationen (vgl. Funk/Niemeyer 2010, 37). Insbesondere die gezielte Erfassung entsprechender Basisdaten und Informationen ist jedoch in Theorie und Praxis eine große Herausforderung.

---

<sup>1</sup> (Serageldin 2009, 163).



## *2) Mangelnde Automatisierung im Management von Umweltinformationen*

Das IT-basierte Management von betrieblichen Umweltinformationen zur Nachhaltigkeitskommunikation steckt derzeit noch in den Kinderschuhen. Viele der bestehenden Nachhaltigkeitsberichte und -indikatoren basieren auf qualitativen Informationen, manuell erfassten Daten oder Sekundärdaten aus Umweltdatenbanken (vgl. Watson et al. 2012, 9–11; Malhotra et al. 2013, 1265; Hilpert et al. 2013, 316–317; Fang et al. 2014, 514). Eine nicht ausreichende Automatisierung und Standardisierung (vgl. Funk/Niemeyer 2010, 44; Melville/Whisnant 2012, 2–3) macht die Ausweisung von Nachhaltigkeitsberichten und -indikatoren aufwendig sowie schwer kontrollier- und vergleichbar und infolgedessen oftmals unsicher und teuer. Bestehende Green-IS-Komponenten, insbesondere betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) zur gezielten Erfassung, Nutzung und Kommunikation von Umweltinformationen scheinen insbesondere in der Fleischindustrie mit Nutzungsbarrieren behaftet (vgl. Beckers et al. 2013, 107–110). Somit besteht einerseits ein verhaltensorientierter Erklärungsbedarf und andererseits ein Interesse an neuen Konzepten und Lösungen zum Management von betrieblichen Umweltinformationen (vgl. Sarkis et al. 2013, 696–698).

## *3) Zunehmende Bedeutung der nachhaltigen Nutzung von Wasser*

Wasserknappheit ist ein Problem mit globalen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen (vgl. WWAP 2012, 2–6; WBCSD 2009, 11). Die Fleischindustrie ist naturgemäß eine besonders ressourcenintensive Industrie und im Vergleich zu pflanzlichen Produkten sind tierische Erzeugnisse mit einer erheblich intensiveren Wassernutzung behaftet (vgl. Mekonnen/Hoekstra 2010, 21–35). So wird zur Produktion von Rindfleisch durchschnittlich eine Wassermenge von 15.000 Litern pro Kilogramm Fleisch benötigt (vgl. Mekonnen/Hoekstra 2012, 6). Die schnell wachsende Weltbevölkerung, veränderte Nahrungsgewohnheiten und die globalen Auswirkungen des Klimawandels bedingen eine wachsende Nachfrage sowohl nach Lebensmitteln als auch nach Wasser (vgl. WWAP 2012, 2–6). Neben der Effizienz der Wassernutzung muss von nachhaltig orientierten Unternehmen auch die Herkunft des Wassers beachtet werden. Beispielsweise basiert der europäische Fleischkonsum durch Importe von Rohstoffen und Futtermitteln zu großen Teilen auf außereuropäischen Wasserverbräuchen (vgl. Hoekstra 2010, 28–29); die hieraus resultierende Verteilungsproblematik lässt sich erahnen. Der Water Footprint wird somit zu einem zunehmend wichtigen sozio-ökologischen Nachhaltigkeitsindikator, der gerade in der Fleischindustrie nicht ausreichend Berücksichtigung findet (vgl. Beckers 2012, 23–26).



Die vorliegende Dissertation erarbeitet Erklärungs- und Gestaltungsansätze zur Erfassung, Nutzung und Kommunikation von betrieblichen Umweltinformationen (insbesondere bzgl. Wasser) in der Fleischindustrie.

## 1.2 Ziele und Forschungsfragen

Die Arbeit verfolgt das Ziel, Herausforderungen, Systemanforderungen und Lösungsansätze für das IT-basierte Management von betrieblichen Wasserinformationen zu analysieren. Für die Forschungsarbeit sind die folgenden Forschungsfragen maßgeblich:

**Forschungsfrage 1:** *Welche Faktoren und Herausforderungen beeinflussen die Ausgestaltung von BUIS in der Fleischindustrie?*

In einem ersten Schritt werden im Rahmen von Forschungsfrage 1 (F1) generelle (Kapitel 4.1) und sodann branchenspezifische Faktoren und Herausforderungen (Kapitel 4.2) des Managements von Umweltinformationen analysiert. In Anlehnung an die „Socio-Technical Theory“ (vgl. Bostom und Heinen 1977) werden dazu verhaltens- und gestaltungsorientierte Komponenten (Einflussfaktoren und Gestaltungsherausforderungen) sowie Spezifika der Fleischindustrie identifiziert.

**Forschungsfrage 2:** *Welchen Einfluss hat die Ausgestaltung von BUIS in der Fleischindustrie auf deren Adaption?*

Im Rahmen von Forschungsfrage 2 (F2) soll anhand der quantitativen empirischen Erhebung ermittelt werden, weshalb BUIS-Lösungsansätze in der Fleischindustrie bisher nicht adoptiert wurden und welche Faktoren einen Einfluss auf die Adaptionswahrscheinlichkeit von BUIS haben. In einem induktiven Verfahren wird in Kapitel 5.7 ein Erklärungsansatz hierfür erstellt.

**Forschungsfrage 3:** *Welche Anforderungen ergeben sich bei der Ausgestaltung von BUIS-Komponenten zum Management von Wasserinformationen in Fleisch verarbeitenden Unternehmen?*

Forschungsfrage 3 (F3) hat die Weiterentwicklung und Spezifikation bisher bestehender BUIS zur Nachhaltigkeitskommunikation in der Fleischindustrie zum Ziel. Zur Prüfung der qualitativ empirisch ermittelten verhaltens- und gestaltungsorientierten Herausforderungen werden diese empirisch bzgl. ihrer branchenspezifischen Relevanz hinterfragt (Kapitel 5.8). Insbesondere soll dabei ermittelt werden, wie betriebliche Wasserinformationen in Fleisch verarbeitenden Unternehmen bisher erfasst werden und welche Systemanforderungen sich hinsichtlich



der Ausgestaltung von BUIS-Komponenten zum Management von betrieblichen Wasserinformationen ergeben.

**Forschungsfrage 4:** *Wie sollte ein Informationssystem zum produktspezifischen Water Footprinting in der Fleischindustrie idealtypisch ausgestaltet werden?*

In Kapitel 6 wird ein funktionales Entwurfskonzept eines idealtypischen betrieblichen „Wasserinformations-Managementsystems“ (WI-MS) zur Ausweisung von produktspezifischen Water Footprints auf Fleischwaren erstellt. Die anhand der vorangegangenen Forschungsfragen gewonnenen Erkenntnisse werden zur Herleitung von Systemanforderungen und zur Ausgestaltung einer idealtypischen Konzeption genutzt. Mit der Validierung des Konzeptes wird Forschungsfrage 4 (F4) schlussendlich beantwortet.

### 1.3 Beitrag der Arbeit

Die vorliegende Arbeit leistet mit ihren Fragestellungen sowohl einen wissenschaftlichen als auch einen praktischen Forschungsbeitrag. Tabelle 1 fasst diesen Beitrag zusammen.

**Tabelle 1: Beitrag der Dissertation zu Wissenschaft und Praxis**

Wissenschaft	Praxis
<ul style="list-style-type: none"> <li>- „State of the Art“ der gestaltungsorientierten Green-IS-/BUIS-Adaption- und -Diffusionsforschung (F1)</li> <li>- Herleitung, Prüfung und Interpretation eines Erklärungsmodells für die BUIS-Adaption in der Fleischwarenindustrie (F2)</li> <li>- Weiterentwicklung von BUIS-Systemanforderungen um die Spezifika der Fleisch verarbeitenden Industrie und des Water Footprints (F3)</li> <li>- Orientierungspunkte zum idealtypischen Management von betrieblichen Umwelt- bzw. Wasserinformationen in der Fleischwarenindustrie (F4)</li> <li>- Ansätze zur Bewertung von Green IS Investments (F4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- theoretische und praktische Identifikation fundierter Gestaltungsfaktoren für branchenspezifische Green IS/BUIS (F1)</li> <li>- Orientierungspunkte und Erfahrungswerte im idealtypischen Umgang mit betrieblichen Umweltinformationen zur Erstellung produktspezifischer Water Footprints (F2)</li> <li>- branchenspezifische Orientierungspunkte und Erfahrungswerte hinsichtlich der Ausgestaltung von BUIS (F3)</li> <li>- Fachkonzeptkomponenten zur Ergänzung bestehender integrierter Systeme zum Management von Wasserinformationen (F4)</li> </ul>

Die Dissertation adressiert primär Geschäftsführer, Nachhaltigkeitsbeauftragte und IT-Verantwortliche aus Unternehmen der Ernährungswirtschaft sowie IT-System-Hersteller und deren Berater; des Weiteren Wissenschaftler, die sich mit den ökologischen Wirkungen von IT-Management beschäftigen – insbesondere mit betrieblichen Umweltinformationssystemen und dem Management von Wasserinformationen – sowie schließlich auch Lehrende und Stu-



dierende mit Bezug zur Lebensmittelindustrie. Der Kreis der Adressaten<sup>2</sup> kann aufgrund des in Forschungsfrage 3 fokussierten Erklärungsansatzes um Politiker und Politikberater mit Bezug zu Nachhaltigkeitsthemen in der Lebensmittelindustrie erweitert werden.

### 1.4 Forschungsmethodik

Die vorliegende Arbeit entstammt dem Bereich der Wirtschaftsinformatik (WI). Im Fokus der Forschung steht die Neu- bzw. Weiterentwicklung von Modellen und Lösungsansätzen im Bereich der Green IS. Die Arbeit kann somit der gestaltungsorientierten Forschung, engl. Design Science Research, zugerechnet werden (vgl. March/Smith 1995; Hevner et al. 2004; Brenner 1995, 7–10; Wilde/Hess 2007, 281).

Design Science ist eine angewandte Wissenschaft, die sich unmittelbar an Problemstellungen aus der Praxis orientiert (vgl. Simon 1996, 111–139; March/Smith 1995, 251). Sie hat das Ziel, Ergebnisse zu erarbeiten, die praktische Relevanz aufweisen und zudem wissenschaftlichen Anforderungen genügen (vgl. Winter 2008, 470–471; Österle/Otto 2010, 273–274; March/Smith 1995, 251). Einen umfassenden Standard zur Erstellung von Artefakten stellt die von Peffers et al. (2008) entwickelte Design Science Research Methodology (DSRM) dar (Abbildung 1). An diesem Standard orientiert sich der Meta-Forschungsprozess der Dissertation.

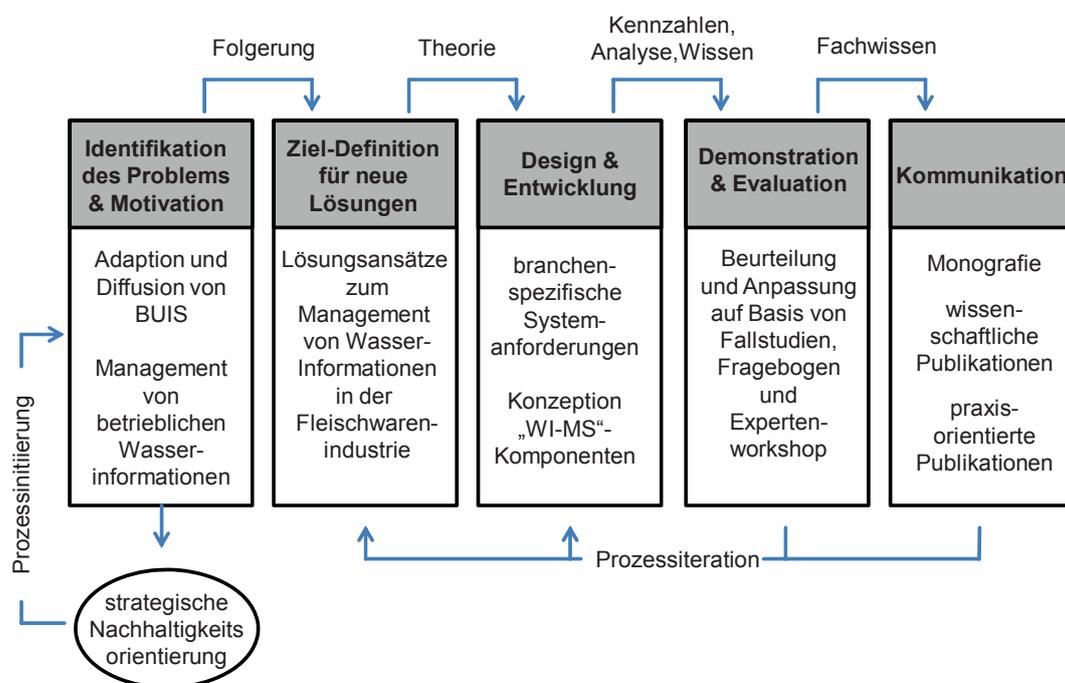
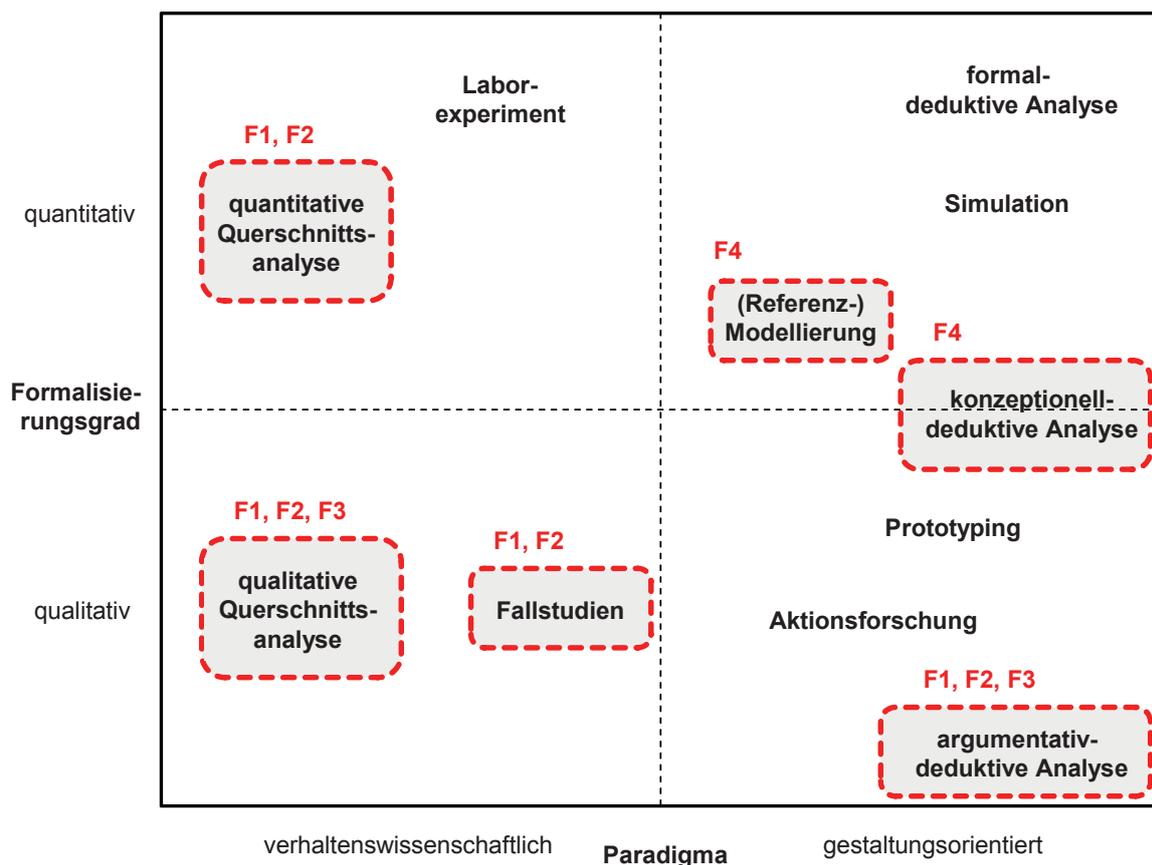


Abbildung 1: Meta-Forschungsprozess der Dissertation (nach Peffers et al. 2008, 54)

<sup>2</sup> Um Verkomplizierungen zu vermeiden, wird in der vorliegenden Arbeit das generische Maskulinum in der klassischen Weise verwendet.



Die strategische Nachhaltigkeitsorientierung in Unternehmen ist ein Veränderungsprozess, der sowohl die Entwicklung der bestehenden IT-Infrastruktur als auch die Ausgestaltung neuer Artefakte tangiert (vgl. El Gayer/Fritz 2006, 774–775; Melville 2010, 11–13; Seidel et al. 2013, 1292–1296). Im Kontext der Weiterentwicklung von Informationssystemen verweisen Hevner et al. (2004, 76) sowie Hevner und Chatterjee (2010, 11) auf die Notwendigkeit der Berücksichtigung von verhaltenswissenschaftlichen Aspekten mit deskriptiven und explikativen Komponenten. Mit der Adaption- und Diffusionsforschung wird in dieser Arbeit daher bewusst eine verhaltenswissenschaftliche Orientierung eingebracht (vgl. Hevner/Chatterjee 2010, 11–12). Aus bestehenden Forschungsarbeiten geht hervor, dass reine Literaturanalysen und quantitative empirische Forschungen nicht ausreichen, um praxisorientierte Gestaltungsvorschläge zu erarbeiten (vgl. Brenner 1993; Benbasat/Zmud 1999, 5–6). Daher wird mit der Fallstudienforschung (vgl. Eisenhardt 1989; Stake 1995; Yin 2002) zusätzlich eine qualitative empirische Methode verwendet.



**Abbildung 2: Forschungsmethodik der Arbeit im Forschungsprofil der Wirtschaftsinformatik (in Anlehnung an Wilde/Hess 2007, 284)**

In der vorliegenden Arbeit werden somit durch die Nutzung deduktiver und induktiver Methoden (vgl. Abbildung 2) die typischen Techniken der Konsortialforschung zur Externalisierung und Kombination von praktischem und theoretischem Wissen (vgl. Österle/Otto 2010,



280) mit der klassischen Methode der Systemmodellierung kombiniert. Während Hevner et al. (2004, 76) die beiden Paradigmen als dichotome forschungsmethodische Ausrichtungen darstellen, schwächen Becker und Pfeiffer (2005, 55) diese Auffassung deutlich ab. Hevner et al. (2004) sowie Becker und Pfeiffer (2005, 55) postulieren den forschungsmethodischen Pluralismus, sofern die zu untersuchenden Forschungsfragen dies sinnvoll erscheinen lassen. Das entspricht auch nach der Auffassung von Wilde und Hess (2007, 281) dem Selbstverständnis der Wirtschaftsinformatik als einer „Wissenschaft mit einer methodenpluralistischen Erkenntnisstrategie“ und unterstützt die Forschungsmethodik der vorliegenden Arbeit. Das angewendete Methodenspektrum findet sich in der Bearbeitung der Forschungsfragen wie folgt:

**Tabelle 2: In der Dissertation angewandte Methoden der Wirtschaftsinformatik**

	Ziel	Methodik	Paradigma
<b>F1</b>	Erklärung, inhaltlich- funktional	- Literaturanalyse – (Webster/Watson 2002; Fettke 2006) - argumentativ-deduktive Analyse – (Wilde/Hess 2007) - qualitative Querschnittsanalyse (Fallstudienforschung) – (Bhattacharjee 2012; Yin 2009)	
<b>F2</b> <b>F3</b>	Erklärung, inhaltlich- funktional	- quantitative Querschnittsanalyse (Fragebogenerhebung) – (Bhattacharjee 2012; Atteslander 2008) - deduktive & multivariate Analyse – (Backhaus 2008; Field 2009; Hair et al. 2012) - argumentativ-deduktive Analyse – (Wilde/Hess 2007)	Behavioural & Design Science
<b>F4</b>	Gestaltung, inhaltlich- funktional	- konzeptionell-deduktive Analyse (Modellierung) – (Broy et al. 2007; Schienmann 2002; Hevner et al. 2004; Balzert 2011) - qualitative Querschnittsanalyse (Validierung) – (Hevner et al. 2004; March/Smith 1995; de Bruin et al. 2005)	Design Science

Geleitet durch den Meta-Forschungsprozess der Dissertation werden in Kapitel 4 durch eine Literaturanalyse in methodischer Anlehnung an Webster und Watson (2002), Fettke (2006) sowie eine Fallstudienanalyse in Anlehnung an Bhattacharjee (2012) und Yin (2009) Forschungslücken und praktische Herausforderungen aufgezeigt. Die theoretisch ermittelten konzeptionellen Design Entwicklungsfaktoren werden in Kapitel 4.1, 4.2 und 5 empirisch durch induktive Elemente der Adaptions- und Diffusionsforschung (Behavioural Science) sowie deduktiv durch quantitative und qualitative Forschungselemente der Design Science spezifiziert. Die zur Gestaltung der angestrebten Lösungsansätze hinreichenden konzeptionellen Grundlagen werden in einem iterativen Prozess nach Nunamaker, Chen und Purdin (1991) durch die Identifikation von Systemanforderungen und Design Principles argumentativ-deduktiv hergeleitet (vgl. Wilde/Hess 2007, 282). Der Modellentwurf wird in Form eines Lastenheftes und Use-Case Diagrammen auf Basis einer konzeptionell deduktiven Analyse ers-