



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)¹

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.

¹ (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"> - „State of the Art“ der gestaltungsorientierten Green-IS-/BUIS-Adaption- und -Diffusionsforschung (F1) - Herleitung, Prüfung und Interpretation eines Erklärungsmodells für die BUIS-Adaption in der Fleischwarenindustrie (F2) - Weiterentwicklung von BUIS-Systemanforderungen um die Spezifika der Fleisch verarbeitenden Industrie und des Water Footprints (F3) - Orientierungspunkte zum idealtypischen Management von betrieblichen Umwelt- bzw. Wasserinformationen in der Fleischwarenindustrie (F4) - Ansätze zur Bewertung von Green IS Investments (F4) 	<ul style="list-style-type: none"> - theoretische und praktische Identifikation fundierter Gestaltungsfaktoren für branchenspezifische Green IS/BUIS (F1) - Orientierungspunkte und Erfahrungswerte im idealtypischen Umgang mit betrieblichen Umweltinformationen zur Erstellung produktspezifischer Water Footprints (F2) - branchenspezifische Orientierungspunkte und Erfahrungswerte hinsichtlich der Ausgestaltung von BUIS (F3) - Fachkonzeptkomponenten zur Ergänzung bestehender integrierter Systeme zum Management von Wasserinformationen (F4)

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 Adressaten² 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.

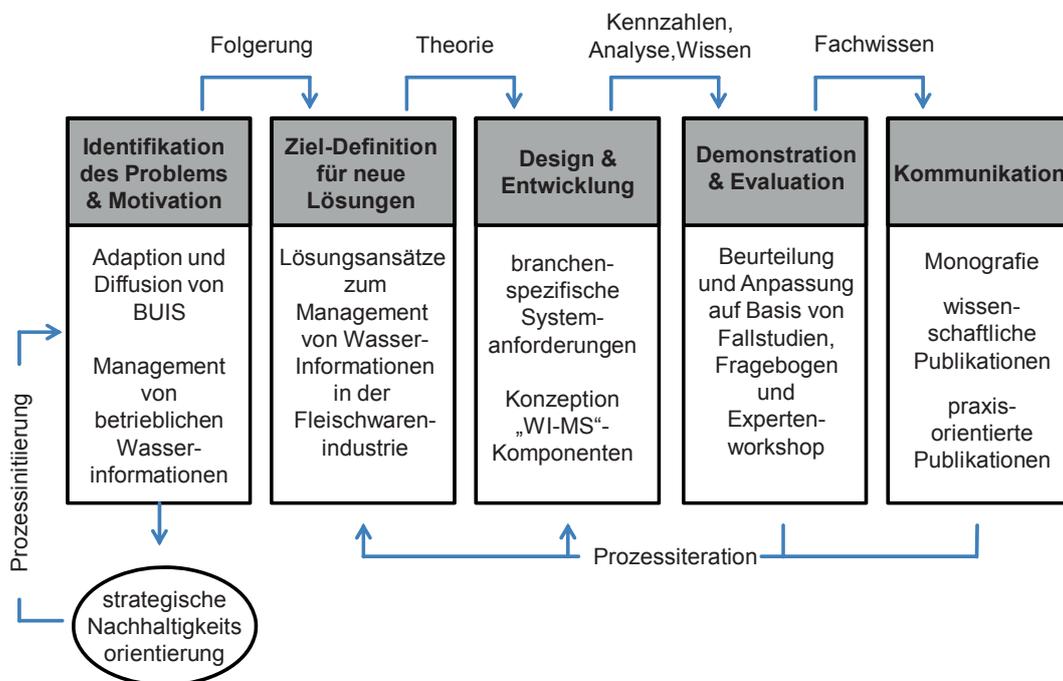


Abbildung 1: Meta-Forschungsprozess der Dissertation (nach Peffers et al. 2008, 54)

² 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.

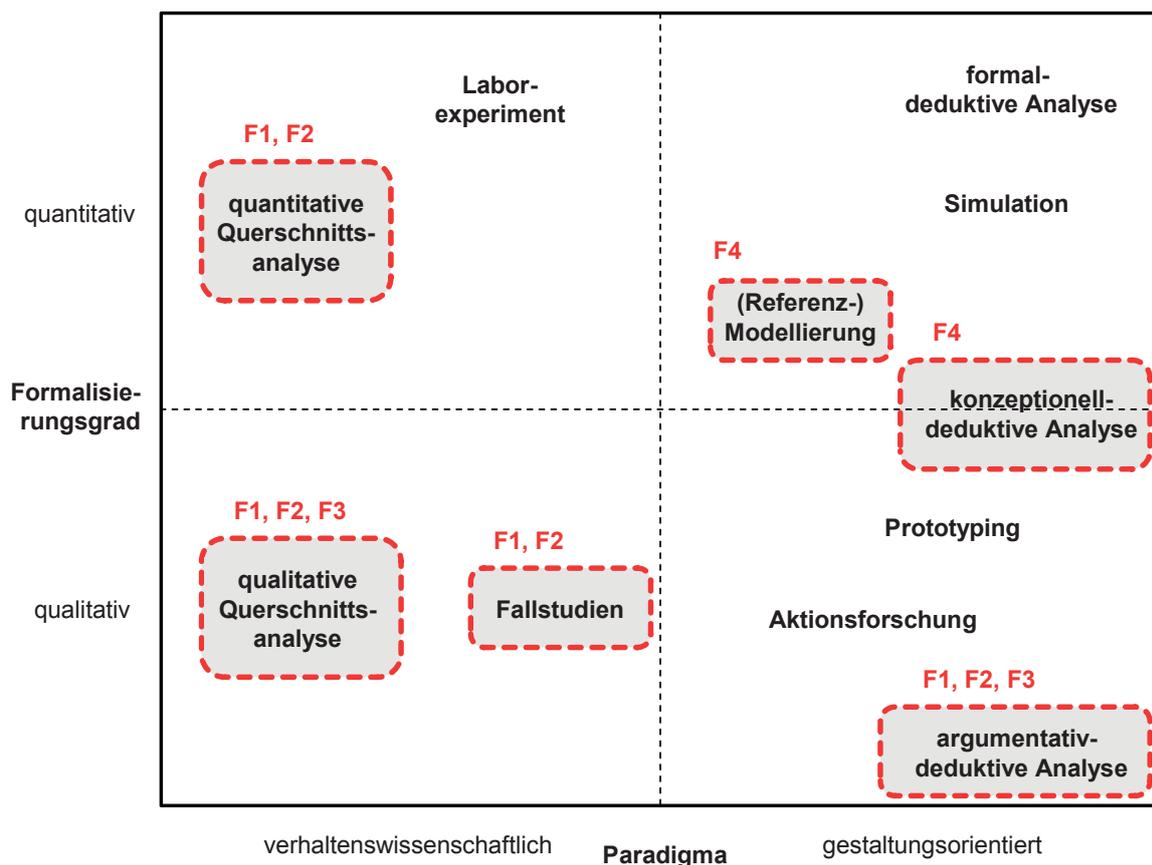


Abbildung 2: Forschungsmethodik der Arbeit im Forschungsprofil der Wirtschaftsinformatik (in Anlehnung an Wilde/Hess 2007, 284)

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
F1	Erklärung, inhaltlich- funktional	- Literaturanalyse – (Webster/Watson 2002; Fettke 2006) - argumentativ-deduktive Analyse – (Wilde/Hess 2007) - qualitative Querschnittsanalyse (Fallstudienforschung) – (Bhattacharjee 2012; Yin 2009)	
F2 F3	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
F4	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-



tellt (Kapitel 6; vgl. Wilde/Hess 2007, 282). Die Ergebnisse der Modellierung werden durch einen Workshop (vgl. March/Smith 1995) validiert.

Eine genauere Beschreibung der methodischen Vorgehensweise findet sich in den jeweiligen Kapiteln. Grundsätzlich werden die Gütekriterien der Nachvollziehbarkeit, Präzision, Widerlegbarkeit und Sparsamkeit (vgl. Bhattacharjee 2012, 8) beachtet. Insbesondere soll durch die triangulative Kombination der Forschungsmethoden eine Reduktion von subjektiven Einflüssen und somit eine Erhöhung der Validität der Ergebnisse erreicht werden (vgl. Kaplan/Duchon 1988, 582; Mingers 2001, 257).

1.5 Aufbau der Arbeit

Kapitel 1 dient der Einleitung und der Beschreibung von Forschungsfragen und Forschungsmethodik. *Kapitel 2* erläutert die konzeptionellen Grundlagen. Zu diesen zählen die theoretische Basis zur Erfassung von Nachhaltigkeitsindikatoren für Wasser, das Informationsmanagement im Kontext des Managements von Wasserinformationen sowie die betrieblichen Umweltinformationssysteme (BUIS) als Werkzeuge des Informationsmanagements. In *Kapitel 3* wird mit der Fleischwarenindustrie die Bezugsbranche der Forschung in ihren Besonderheiten dargestellt. Dazu werden die spezifischen Produktionsprozesse, die Anforderungen an das Informationsmanagement sowie der Status des Umweltmanagements und die Bedeutung des Managements von Wasserinformationen für Fleischwaren beschrieben.

Sodann werden in *Kapitel 4.1* durch eine Literaturanalyse theoretisch relevante Faktoren der BUIS-Adaptions- und -Diffusionsforschung sowie die BUIS-Gestaltungsfaktoren erhoben. Diese werden kategorisiert und in *Kapitel 4.2* zum Abgleich mit der aktuellen Situation in der Fleischindustrie genutzt. Anhand von drei Fallstudien werden besonders innovative und umweltbewusste Unternehmen („First Mover“) im Hinblick auf die Ausgestaltung der bestehenden IT-/IS-Infrastruktur untersucht – insbesondere natürlich in Bezug auf BUIS-Lösungsansätze (Ist-Zustand) und etwaige Lösungsvorstellungen (Soll-Zustand). Dabei werden die in der Literaturanalyse identifizierten Systemanforderungen und Herausforderungen in den Fallstudien durch Experteninterviews überprüft und spezifiziert.

In *Kapitel 4.3* wird ein Bezugsrahmen zur Identifikation, Abgrenzung und Konkretisierung des Forschungsobjektes erstellt. Insbesondere werden die theoretisch und praktisch gewonnenen Erkenntnisse mit den bestehenden Herausforderungen abgeglichen. *Kapitel 5* dient der quantitativen empirischen Überprüfung der qualitativ hergeleiteten Systemanforderungen und Herausforderungen. Dabei werden bedeutende branchenspezifische Gestaltungsfaktoren identifiziert und kategorisiert. Des Weiteren wird ein Strukturmodell zur Abschätzung des bran-



chenspezifischen Adaptionenverhaltens entwickelt. Sodann wird auf Basis dieser Erkenntnisse in *Kapitel 6* eine Konzeptionierung eines „Wasserinformations-Managementsystems“ (WI-MS) vorgenommen. Die resultierenden Systemanforderungen und Lösungsansätze werden anhand eines Workshops evaluiert.

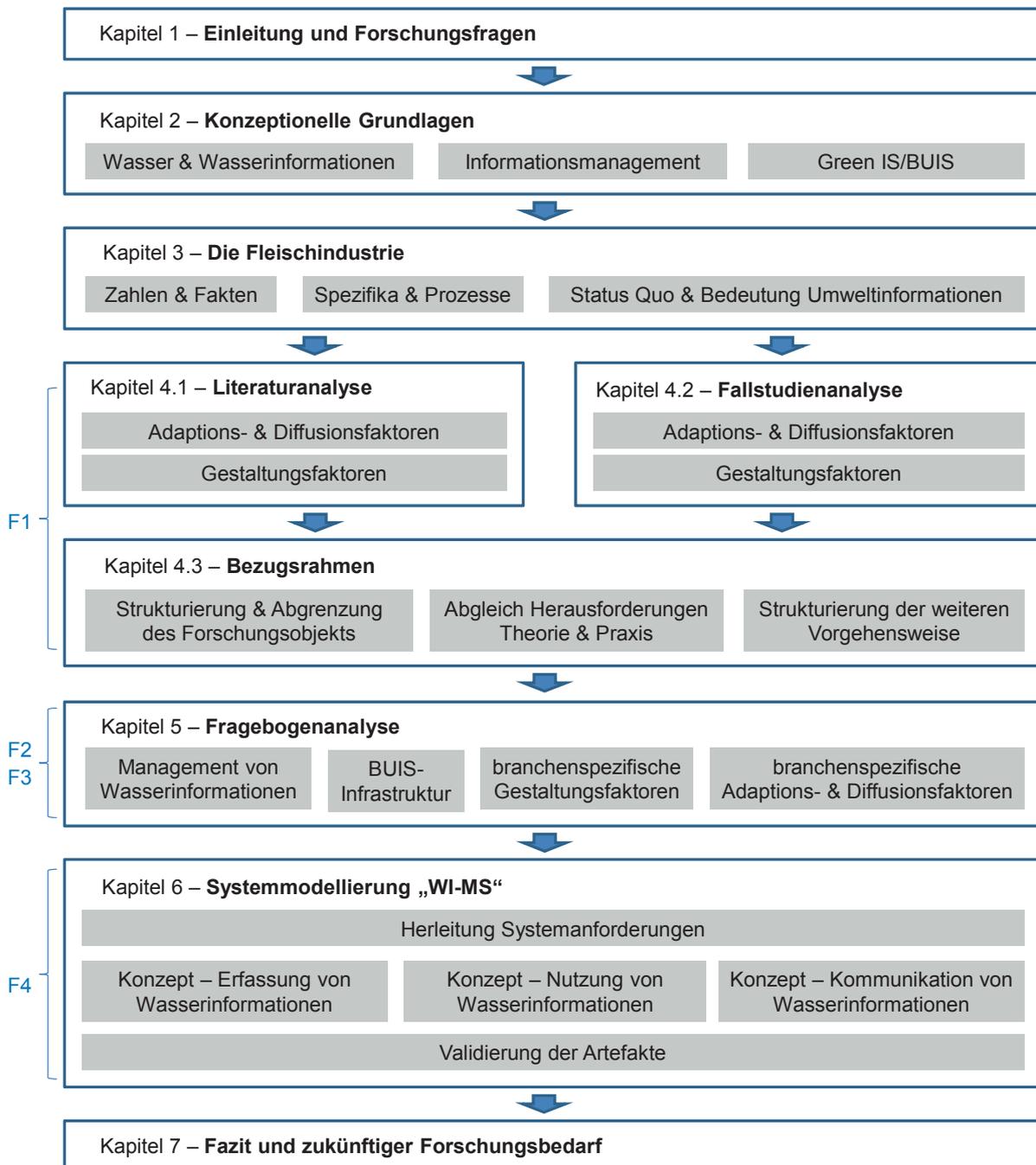


Abbildung 3: Struktur der Arbeit



2 Konzeptionelle Grundlagen

Wasser und Wassernutzung sind ein Themenbereich, der auf unterschiedlichen Ebenen wissenschaftlich bearbeitet werden kann und aktuell bearbeitet wird. Die jüngsten Initiativen zur nachhaltigen Nutzung von Wasser sind größtenteils gesellschaftspolitisch motiviert und an geopolitischen sowie hydrologischen Erkenntnisinteressen orientiert (vgl. Segal/MacMillan 2009, 4). Nur vereinzelte Initiativen fokussieren den Informationsbedarf von Unternehmen und Konsumenten. Mit dem Global Water Tool wurde bspw. ein Werkzeug für Konsumenten entwickelt, das die Analyse der produktgruppenspezifischen Wassernutzung ermöglicht (vgl. WBCSD 2011). Die produktspezifische Informationsgewinnung stellt jedoch für Unternehmen zurzeit noch eine Herausforderung dar (vgl. Jungbluth et al. 2011, 54–57). Der Themenbereich, der als gemeinsames Feld verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen verstanden werden kann, soll nachfolgend mit Fokus auf der IT-basierten Erfassung von Wasserverbrauchsdaten bearbeitet werden. Im Mittelpunkt steht der Zweck, produktspezifische Nachhaltigkeitsindikatoren zu generieren.

Im Folgenden werden in *Kapitel 2.1* und *Kapitel 2.2* zentrale Begrifflichkeiten bestimmt und ein Grundverständnis für den Umgang mit Wasser und Wasserinformationen erzeugt. Sodann wird in *Kapitel 2.3* der Komplex des Informationsmanagements definiert, in seinen Aufgabenbereichen dargestellt und auf das Management von Wasserinformationen übertragen. *Kapitel 2.4* fokussiert sodann Informationssysteme als Werkzeuge des Managements von Wasserinformationen.

2.1 Das Element Wasser

Wasser ist eine durchsichtige und farblose Flüssigkeit ohne Geschmack und Geruch, die aus zwei Elementen Wasserstoff (H) und einem Element Sauerstoff (O) besteht. Wasser ist die Hauptsubstanz von allen lebenden Systemen (vgl. Lehninger et al. 2005, 87–88). Es hat den Status eines lebensnotwendigen Elements und einer knappen abiotischen Ressource (vgl. Grohmann 2010, 1; Wie/Gnauck 2007, 525), die nur bedingt erneuerbar und zugleich regional endlich ist. Wasser dient dem Menschen als unerlässliches Nahrungsmittel, als Produktionsfaktor, als Transportmedium, als Energiequelle, als Natur- und Freizeitraum sowie als Aufnahmemedium für Konsum- und Produktionsrückstände (vgl. Gabler 2011; WBCSD 2006, 4). Als Basis für die weiteren Ausführungen wird damit die folgende **Arbeitsdefinition für Wasser** erstellt:



Wasser ist ein Umweltmedium mit dem Status einer knappen aber lebensnotwendigen Ressource, die regional endlich und bedingt erneuerbar ist.

Qualifizierungskriterien für Wasser sind **Herkunft, Verwendung und Charakter** (vgl. Sturman 2004, 1–2, 7, 75–81). Dabei hat die Herkunft (bspw. Grund- oder Meerwasser) einen wesentlichen Einfluss auf den Charakter (bspw. Süß- oder Salzwasser) und auf die Verwendung (bspw. Trink-, Brauch- oder Abwasser). Inhaltsstoffe wie gelöste Salze, Gase oder andere Zusätze bestimmen den Charakter von natürlichem Wasser und entscheiden über seine Eignung als Nahrungsmittel, die sog. Trinkwasserqualität (vgl. Grombach et al. 2000, 34; Bartel 2010, 807). Der Großteil des natürlichen Wassers ist nicht unmittelbar als Trinkwasser nutzbar; 92,2 % der globalen Gesamtwassermenge sind Salzwasser (vgl. WBCSD 2009, 1; Sturman 2004, 2).

Frischwasser stellt ca. 2,5 % der Gesamtwassermenge, wovon weniger als 1 % als Grund- oder Oberflächenwasser einfach zugänglich ist; der überwiegende Rest ist an den Polkappen gespeichert (vgl. Li/Ugochukwu Nwokoli 2010, 113; Michel 2010, 17). 20 % des globalen Wasserverbrauchs stammen aus Grundwasserspeichern (vgl. WWAP 2009, 99), die sich durch den Wasserkreislauf teilweise regenerieren (vgl. Hoekstra et al. 2011, 19–21). Etwa 70 % des weltweiten Wasserverbrauchs entfallen auf die Landwirtschaft, 22 % auf die Industrie und 8 % auf private Nutzung (vgl. UNESCO 2003, 23; World Bank 2001). Die Anteile sind jedoch wesentlich vom Entwicklungsgrad eines Landes abhängig.

Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind Grundvoraussetzungen für den hygienischen Lebensstandard der Industrieländer (vgl. Bartel 2010, 807). Die Begrenztheit der Ressource Wasser kann zu Interdependenzen zwischen dem Privatsektor und der Industrie führen (vgl. WWAP 2009, 170; Klöpffer/Grahl 2009, 234; Wie/Gnauck 2007, 525).

Die Entsorgung und Aufbereitung des durch den Gebrauch veränderten Frischwassers (Abwasser) ist ein wesentlicher Bestandteil der Wassernutzung und bietet zahlreiche Optimierungspotenziale (vgl. Rosenwinkel et al. 2010, 105; Sturman 2004, 78–81). Nach DIN 4045 (Begriffe der Abwassertechnik) kann zwischen den Abwasserarten Schmutzwasser (verunreinigtes Wasser), Regenwasser, Fremdwasser (Sickerwasser) und Mischwasser sowie Kühlwasser unterschieden werden (vgl. Ruffer et al. 2010, 897). Der Grad der Verunreinigung wird wesentlich von der Art der Nutzung bestimmt. Die Aufbereitung und Entsorgung von Abwässern ist zumeist staatlich reglementiert und überwacht. Der Grad der Reglementierung sowie die Durchsetzung und Überwachung entsprechender Normen ist wiederum unterschiedlich und wesentlich von den lokalen Autoritäten (Staaten) und somit auch vom Entwicklungsgrad der Staaten abhängig (vgl. WBCSD 2006, 9–10; UNESCO 2003, 23).



2.2 Wasserinformationen

Das vorliegende Kapitel definiert die im Kontext der betrieblichen Nachhaltigkeitsberichterstattung als Ressource verstandenen Informationen über die Wassernutzung. Dazu erfolgt neben der Definition der grundlegenden Begrifflichkeiten eine Darstellung von Auswirkungen der Wassernutzung sowie von relevanten Nachhaltigkeitsindikatoren, insbesondere des virtuellen Wassers und des Water Footprints.

2.2.1 Begriffsbestimmung

Das Verständnis von Informationen ist abhängig von dem Problem- und Wissenskontext des Empfängers. Eine Information kann einen semantischen oder pragmatischen Informationsgehalt haben. Ein semantischer Informationsgehalt hat einen erinnernden Charakter, pragmatischer Informationsgehalt vermittelt zweckdienliches oder handlungsorientiertes Wissen und gibt dem Empfänger die Möglichkeit, neues Wissen wahrzunehmen (vgl. Luft 2001, 232–233).

In der Betriebswirtschaftslehre werden Informationen als Potenzialfaktoren der Leistungserstellung sowie als Handelsgut verstanden. Wittman stellt dabei die Zweckorientierung des Wissen heraus (vgl. Wittmann 1959, 14). Teubners Verständnis einer Zweckorientierung bezieht sich demgegenüber nicht ausschließlich auf eine planungs- bzw. entscheidungsorientierte Handlungsvorbereitung (vgl. Teubner 1999, 16–18). Er begrenzt in der untenstehenden Definition den Wissensbegriff daher auf explizites, beschreibbares Wissen, wobei impliziertes Erfahrungswissen, sog. „Tactic Knowledge“, von explizitem Wissen abgegrenzt wird.

Information ist explizites Wissen, das Menschen zur Erfüllung betrieblicher Aufgaben nutzen oder bereitstellen. (Teubner 1999, 17)

Wie aus dem vorangegangenen Kapitel andeutungsweise hervorgeht, kann eine Vielzahl von qualitativen und quantitativen Daten zur Qualifizierung von Wasser und Wassernutzung herangezogen werden (vgl. Pillmann 1995, 43; Rautenstrauch 1999, 8; Behrendt 2000, 9). Resultierende Informationen können als Umweltinformationen bzw. Umweltwirkungsinformationen klassifiziert werden (vgl. Tabelle 3). Sie werden mit dem Ziel erhoben, kritische Umweltzustände durch die Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen zu vermeiden, Umwelteinwirkungen zu reduzieren oder vor Umweltauswirkungen zu warnen (vgl. Kohlheb 1998, 122; Klenner 2001, 128; Fischer-Stabel 2005, 4–5; Perl 2006, 20–21). Das Ziel der Erfassung von Umweltinformationen ist im betriebswirtschaftlichen Verständnis (vgl. Witte



1972, 64; Horton 1981) wertschöpfungsorientiert. Von Unternehmen werden betriebliche Umweltinformationen zweckgebunden als Ressourcen genutzt.

Tabelle 3: Bestimmung der grundlegenden Begriffe

Bezeichnung	Merkmale
Umweltdaten	unmittelbarer Bezug zu Umweltauswirkungen; ausgeprägter Raum-/Zeit-Bezug
Umweltinformationen	Erfassung von Stoff- und Energieströmen zwischen Ökosystem und Technosphäre; Auskunft über den Zustand der Umweltmedien Boden, Wasser oder Luft
betriebliche Umweltinformationen	Unternehmens-/Wertschöpfungsprozesse als Bezugsrahmen der Umweltinformationen
umweltrelevante Informationen (Metainformationen)	mittelbarer Fach-, Raum-, Zeit- oder sonstiger Bezug zu Umweltwirkungen
Umweltwirkungsinformationen	Auskunft über Wirkungszusammenhänge zwischen bestimmten Stoffen und Umweltbelastung

Umweltinformationen können in den unterschiedlichsten Formen als Messdaten, Faktendaten oder Dokumentationsdaten wie bspw. Gesetzestexte oder Beschreibungen vorliegen (vgl. Böhm et al. 2001, 274; Rautenstrauch 1999, 15) und werden mit der exakten Abgrenzung der Informationserhebung durch Metainformationen nachvollziehbar (vgl. Arndt/Görsch 1999, 3). Abgrenzungskriterien können zeitlich (Zeitraum und Intervall der Betrachtung), räumlich (Organisationsbereiche) und fachlich (Umweltrelevanz) orientiert sein (vgl. Arndt/Görsch 1999, 4; Fischer-Stabel 2005, 4–5). Die Daten müssen eindeutig identifizierbar, vollständig, zuverlässig (Darlegung von Berechnungsmethoden und Kennzeichnung von Schätzungen), reproduzierbar (Dokumentierung), konsistent (keine Aggregation und einheitliche Einheiten) sowie knapp und prägnant sein (vgl. Arndt/Görsch 1999, 4–5; Behrendt 2000, 10–11; Müller-Christ 2001, 355).

In Anlehnung an den vorangegangenen Abschnitt wird die folgende Definition des Begriffs der **Wasserinformation** erstellt:

Wasserinformationen sind Daten, die Herkunft, Charakter, Verwendung oder Wirkung von Wasser bestimmen.

Im betrieblichen Sinne sind Wasserinformationen alle Daten oder Kennwerte über transformations- oder produktbezogene Umweltwirkungen der Nutzung von Wertschöpfungsprozessen (vgl. VDI 2001, 8). Unter transformationsbezogenen Umweltwirkungen werden im vorliegenden Kontext Beeinflussungen der Umwelt durch die Nutzung von Wasser im Wertschöpf-



fungsprozess verstanden. Produktbezogene Umweltwirkungen entstehen entlang des gesamten ökologischen Produktlebenszyklus, des sog. Life Cycle, und können durch die Zusammensetzung eines Produktes maßgeblich verändert werden (vgl. Sommer 2007, 59). Im Rahmen dieser Arbeit werden **betriebliche Wasserinformationen** begrifflich folgendermaßen definiert:

Betriebliche Wasserinformationen sind Informationen über die transformations- oder produktbezogenen Wirkungen der Wassernutzung in betrieblichen Wertschöpfungsprozessen.

In Unternehmen können neben den Wasser- und Abwasserströmen auch der Energieeinsatz sowie Wassertemperatur und -inhaltsstoffe zur quantitativen Qualifizierung von Wasser erfasst werden (vgl. Rosenwinkel et al. 2010, 103). Nach dem Umweltstatistikgesetz (UStatG) sind Betriebe in Deutschland zur Offenlegung von Wasserinformationen nach Menge, Art und Nutzung verpflichtet. Private Betriebe sind berichtspflichtig, wenn sie eine Wassermenge von mindestens 10.000 Kubikmetern pro Jahr gewinnen bzw. (fremd) beziehen oder wenn sie Wasser bzw. Abwasser in Gewässer einleiten (vgl. UStatG 2005, §§ 7 und 8). Der neben der eigentlichen Ressourcennutzung entstehende Energiebedarf geht idealtypisch mit dem kumulierten Energieaufwand in die betriebliche Ökobilanzierung ein (vgl. Rosenwinkel et al. 2010, 103; Klöpffer/Grahl 2009, 171) und soll im Folgenden nicht gesondert betrachtet werden. Im Verlauf dieser Arbeit werden die Begriffe „Wasserinformation“ und „betriebliche Wasserinformation“ der Einfachheit halber synonym verwendet.

2.2.2 Wirkung von Wasserinformationen

Wasserinformationen können in Form von Indikatoren, Indizes und Maßzahlen einer Zielgruppe übermittelt werden (vgl. Kohlheb 1998, 122; Krotscheck 1995, 37). Indikatoren, Indizes und Maßzahlen erzeugen bestenfalls Aufmerksamkeit für Umweltproblematiken (vgl. de Haan 1995, 17; Krämer 1986, 47), sie haben aber keine bewusstseinsbildende Wirkung zur Lösung von Umweltproblematiken (vgl. Peccei 1981, 196; Fietkau 1984, 9).

Tabelle 4: Begriffsbestimmung Wasserinformationen (vgl. Krotscheck 1995, 37; Kohlheb 1998, 122–123)

Begriff	Begriffsbestimmung
Indikatoren	Messgrößen zur Beschreibung spezieller Erscheinungen
Indizes	Rechenwerte zur Abbildung von Beziehungen zwischen Daten
Maßzahlen	aggregierte Indizes mit Prozessbezug zur Voraussage zukünftiger Zustände

Wird im Folgenden von Wassernutzung gesprochen, so ist dies als Frischwasserzufuhr in einen Bezugsrahmen definiert. Die Nutzung von Wasser hat eine soziale, ökologische und öko-



nomische Dimension und kann produkt- oder prozessspezifisch zugerechnet werden (vgl. Erwin et al. 2011, 721; Hoekstra et al. 2011, 1). Neben der quantitativen Beurteilung der Nutzung ist aufgrund der regional eingeschränkten Verfügbarkeit der Ort der Nutzung bzw. Verschmutzung ein entscheidender qualitativer Bewertungsfaktor (vgl. Hoekstra 2010a, 12; Klöpffer/Grahl 2007, 244–245).

Weisen Informationen neben ökologischen und ökonomischen auch soziokulturelle Belange aus, so kann von **Nachhaltigkeitsindikatoren** gesprochen werden (vgl. Dyllick/Hockerts 2002, 136; Hockerts 2003, 28). Bestehende Definitionen für Nachhaltigkeit zielen auf die Befriedigung heutiger Bedürfnisse bei gleichzeitigem Ausschluss der Gefährdung zukünftiger Generationen (vgl. Heinrich et al. 2004, 449; Brundtland-Report 1997; Hauff 1987, 49; WCED 1987, 25). Dabei ist die gesunde Balance der sog. „Triple Belange“, das Ziel einer nachhaltigen Ausgestaltung von wirtschaftlichem Handeln (vgl. Grambow 2009, 236; Hardtke/Prehn 2001, 112; Enquete-Kommission 1994, 54; Hansmann 2006, 167; IFOK 1997, 39).

Nutzungstyp	konsumtiver Verbrauch durch Entnahme	Verschmutzung des Wassers durch Emissionen	Nutzung im Flusslauf („in-stream“)
Konsequenzen	Wasserverbrauch/-verlust	Qualitätsminderung des Wassers	verändertes Strömungsverhalten
Wirkungen	menschliche Gesundheit (Hygiene & Nahrungsmittelmangel)	Qualität des Ökosystems (Nettoprimärproduktion & Biodiversität)	Ressourcennutzung (Regeneration von Gewässern & Grundwassergefährdung)

Note: Red arrows in the original image indicate causal links: from 'konsumtiver Verbrauch' to 'Wasserverbrauch/-verlust' and 'Wirkungen'; from 'Verschmutzung' to 'Qualitätsminderung' and 'Wirkungen'; from 'Nutzung im Flusslauf' to 'verändertes Strömungsverhalten' and 'Wirkungen'. Additionally, red arrows show interdependencies between 'Wirkungen' cells.

Abbildung 4: Formen und Folgen der Wassernutzung (in Anlehnung an Pflister 2008; Pflister et al. 2009; Koehler 2008; Milá i Canals et al. 2009)

Wassernutzung kann anhand der Entnahme aus dem Ursprungssystem („off-stream“ vs. „in-stream“) oder anhand der Zurückführung in einen Wasserkreislauf („degradativ“ vs. „konsumtiv“) unterschieden werden. Einer spezifischen Wassernutzung kann eine direkte Wirkung zugeordnet werden. Die Folgen der Wassernutzung sind jedoch komplex und deren Wirkungen stark interdependent (vgl. WWAP 2009, 77–154). Bereits kleine Dosen von Schadstoffen können große Teile des Grundwassers verschmutzen. Die Erhaltung der globalen Wasserqualität ist ein grundlegendes Ziel der Nachhaltigkeit (vgl. Lehn et al. 1996, 10). Hinsichtlich der Wassernutzung und Abwasserbehandlung bilden hinreichende Technologien die Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung der Wasserwirtschaft. Die Industrie wie auch private Kon-