

netWORKS-Papers

**Transformation städtischer
Wasser-Infrastrukturen:
Internationale Erfahrungen**

Ulrich Scheele in Kooperation mit Jens Libbe
und Engelbert Schramm



netWORKS-Papers

**Heft 25 Transformation städtischer
Wasser-Infrastrukturen:
Internationale Erfahrungen**

**Ulrich Scheele
in Kooperation mit Jens Libbe und Engelbert Schramm**

Impressum

Autor

Ulrich Scheele
in Kooperation mit:
Jens Libbe
Engelbert Schramm

Herausgeber

Forschungsverbund netWORKS
www.networks-group.de

Diese Veröffentlichung basiert auf Forschungsarbeiten im Verbundvorhaben „Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft“, das im Rahmen des Förderschwerpunkts „Sozial-ökologische Forschung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird.

Textverarbeitung

Doris Becker

Verlag und Vertrieb

Deutsches Institut für Urbanistik GmbH
Straße des 17. Juni 112
10623 Berlin

Telefon: 030/39001-0
Telefax: 030/39001-100
E-Mail: difu@difu.de
Internet: www.difu.de

Alle Rechte vorbehalten

Berlin, September 2008

Gedruckt auf chlorfreiem Recyclingpapier

ISBN: 978-3-88118-440-3

Forschungsverbund netWORKS im Projekt „Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft“

Deutsches Institut für Urbanistik GmbH (Difu)
Jens Libbe (Koordination)
Straße des 17. Juni 112
10623 Berlin
Telefon: 030/39001-115
E-Mail: libbe@difu.de



Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)
PD Dr. Thomas Kluge (Koordination)
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt
Telefon: 069/7076919-18
E-Mail: kluge@isoe.de



Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH (ARSU)
Apl. Prof. Dr. Ulrich Scheele
Escherweg 1
26121 Oldenburg
Telefon: 0441/97174-97
E-Mail: scheele@arsu.de



Brandenburgische technische Universität Cottbus (BTU)
Institut für Städtebau und Landschaftsplanung
Lehrstuhl für Stadttechnik
Prof. Dr. Matthias Koziol
Postfach 10 13 44
03013 Cottbus
Telefon: 0355/693627
E-Mail: koziol@tu-cottbus.de



COOPERATIVE Infrastruktur & Umwelt
Dr.-Ing. Bernhard Michel
Heidelberger Landstr. 31
64297 Darmstadt
Telefon: 06151/5390-0
E-Mail: b.michel@cooperative.de

COOPERATIVE
Infrastruktur und Umwelt

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH
Dr.-Ing. Wolf Merkel
Moritzstr. 26
45476 Mülheim an der Ruhr
Tel.: 0049 208 40303-0
E-Mail: w.merkel@iww-online.de



Inhalt

Vorwort	7
1. Methodisches Vorgehen und Aufbau der Studie	11
2. Zentrale netzgebundene Infrastrukturen: State of the Art und neue Herausforderungen.....	13
3. Transformation netzgebundener Infrastrukturen: Die „driving forces“	19
3.1 Nachhaltigkeit	20
3.2 Neue Technologien	21
3.3 Klimawandel	22
3.4 Demografischer Wandel	24
3.5 Stadtentwicklung, Revitalisierung urbaner Brachen	25
3.6 Integration von Infrastrukturplanung und räumlicher Planung.....	26
4. Fallbeispiele einer Transformation städtischer Infrastrukturen	29
4.1 Regionale Entwicklungskonzepte: Thames Gateway.....	31
4.2 Leidsche Rijn	33
4.3 Das Zonneterp-Konzept	37
4.4 Lanxmeer/Culemborg	39
4.5 Aurora Estate.....	42
4.6 Three Waters Vision (Neuseeland)	46
4.7 Hammarby Sjöstad, Stockholm	49
4.8 Fukuoka City (und weitere japanische Erfahrungen).....	52
4.9 Langfristplanungen in der öffentlichen Wasserversorgung: Strategic Direction Statements	57

4.10	Standardsetzung: das Beispiel der Code for Sustainable Homes	59
4.11	Eco Towns: Integration von Infrastrukturplanung und Raumplanung.....	61
5.	Auswertung der internationalen Fallbeispiele: Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	65
5.1	Transformationspotenziale	65
5.2	Triebkräfte und Barrieren im Transformationsprozess	66
5.2.1	Push factors.....	67
5.2.2	Pull factors.....	69
5.3	Enablers: Der institutionelle Rahmen	69
5.3.1	Räumliche Bezugsebene.....	71
5.3.2	Einbindung in Planungskonzepte	72
5.3.3	Die Rolle der Ver- und Entsorgungsunternehmen.....	73
5.3.4	Rolle der Konsumenten	78
6.	Offene Fragen	81
	Literatur.....	83
	 Anhang	
	Veröffentlichungen des Forschungsverbunds netWORKS.....	101

Vorwort

Die Siedlungswasserwirtschaft beruht auf einem über lange Zeiträume gewachsenen zentralen Infrastruktursystem von Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen und -netzen. Ausgehend von den urbanen Zentren dehnte es sich räumlich kontinuierlich aus und ermöglichte so erst unsere heutige Siedlungsentwicklung. Das System passte sich dabei steigenden Gesundheitsbedürfnissen und Umweltansprüchen an. Grundlage für die flächenmäßige Erschließung und die Gewährleistung einer qualitativ hochwertigen und sicheren Versorgung waren stabile ökonomische, rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen. Im Ergebnis dieses angebotsorientierten Infrastrukturmodells wurden hohe Investitionen in Systemkomponenten mit einer langen, über viele Jahrzehnte reichenden technischen und wirtschaftlichen Lebensdauer getätigt.

Bislang galt die Regel, dass die Zentralität und Einheitlichkeit der Systeme bei mittleren bis hohen Siedlungsdichten entscheidende technische und ökonomische Vorteile gegenüber de- oder semizentralen Systemen haben. Angesichts sich verändernder Rahmenbedingungen bedarf diese Grundannahme jedoch der Überprüfung.

So wird in Deutschland der demografische Wandel mehr und mehr zu einer zentralen Randbedingung der Stadtentwicklung, wobei hinsichtlich der damit verbundenen Entleerungstendenzen mit erheblichen regionalen Unterschieden zu rechnen ist. Jene Kommunen, die bereits heute unter Bevölkerungsverlusten leiden, werden auch in der Zukunft weiter schrumpfen, während derzeit noch wachsende Agglomerationsräume aller Voraussicht nach auch in der Zukunft die prosperierenden Zentren sein werden. In vielen Kommunen ist die Situation allerdings bereits heute wenig eindeutig und auch dort, wo von einer relativ stabilen Bevölkerungsentwicklung ausgegangen werden kann, muss teilträumlich mit erheblichen negativen Trends gerechnet werden. Wachsen und Schrumpfen treten gleichzeitig und räumlich benachbart auf. Vielerorts drohen abnehmende Bevölkerungszahlen in Verbindung mit sinkenden Haushaltsgrößen zu einer Unterauslastung und dem Erreichen von kritischen Funktionsschwellen von Netzen und technischen Anlagen zu führen (vgl. Koziol 2006).

Eine ganz andere Herausforderung bildet der Klimawandel, der in Deutschland aufgrund der geografischen Lage in den nächsten Jahren stärker voranschreiten wird als in anderen Breiten. Die Lufttemperatur wird sich bis 2040 voraussichtlich um bis zu 1,7°C gegenüber 1900 erhöhen. Bis zum Jahr 2100 wird ein weiterer Anstieg der Temperaturen prognostiziert; im Mittel werden die Zunahmen zwischen 2,5 und 3,5°C betragen, mit den stärksten Veränderungen in Norddeutschland und dem Voralpenland. In den Sommermonaten ist mit einem Rückgang der Niederschläge und steigender Häufigkeit von sommerlichen Hitzewellen und Hitzetagen zu rechnen, während die Herbst- und Wintermonate deutlich feuchter werden. Die Städte und Gemeinden haben angesichts dieser Entwicklungen bereits in der Vergangenheit erhebliche Anstrengungen auf dem Gebiet des Klimaschutzes unternommen. Hingegen liegen bisher wenige Erfahrungen auf dem Gebiet der Klimaanpassungsstrategien (Adaption) vor (Libbe/Tracht 2007). Eine gewisse Ausnahme bildet hier der Umgang mit zunehmendem Extremwetter, etwa in Form von Starkregenereignissen, dessen Bewältigung bereits heute erhebliche Investitionen in Netze und Anlagen der Stadtentwässerung mit sich bringt. Zur Steigerung der Energieeffi-

zienz und zur Bewältigung von größer werdenden Auslastungsschwankungen dürften aber auch Anpassungen im vorhandenen System unumgänglich sein.

Veränderte Randbedingungen werfen die Frage nach neuen technischen Lösungen auf. In diesem Zusammenhang könnten kleinere Einheiten und autarke Systeme an Bedeutung gewinnen. Wohin sich allerdings die technischen Systeme der Wasserver- und -entsorgung letztlich entwickeln werden und wieweit eine Transformation hin zu ganz neuen technisch-ökonomischen Konfigurationen möglich sein wird, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur in Umrissen erkennbar. Für einen vermehrten Einsatz semizentraler Anlagen bedarf es der sukzessiven Ergänzung und Umgestaltung vorhandener Systeme unter Beachtung betriebswirtschaftlicher Notwendigkeiten und ohne letztere in ihrer Funktionalität zu gefährden. Zugleich gilt es, die Transformation ökologisch und sozial verträglich zu gestalten.

Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger vieler deutscher Städte stehen gegenwärtig vor der Herausforderung, Leitvorstellungen für die Entwicklung ihrer Kommunen unter veränderten Randbedingungen zu entwickeln. Defizite in der gegenwärtigen Stadtentwicklungsplanung sind dabei unübersehbar. Einerseits ist in mittel- bis langfristiger Perspektive vielerorts eine erhebliche Planungsunsicherheit zu konstatieren, andererseits bedarf es der verstärkten Einbindung der technischen Infrastruktur in Umbaustراتيجien. Restriktionen in der Förderprogrammatik und den Fördermodalitäten für die Umsetzung von Stadtrückbau und -umbaukonzepten haben die Situation in der Vergangenheit verschärft, so dass die notwendige Anpassung der technischen Infrastruktur nur unzureichend erfolgte, um so mehr, als die notwendige Abgrenzung der stadumbaubedingten Folgekosten ein schwieriges Unterfangen ist (Koziol/Veit/Walther 2006). Der Bedarf an Erfahrungsaustausch ist vor diesem Hintergrund groß. Ebenso bedeutsam dürfte es für die kommunalen Akteure jedoch auch sein, Vorstellungen über gangbare Alternativen vorhandener technischer Strukturen zu entwickeln, die damit verbundenen städtebaulichen und finanziellen Voraussetzungen abzuschätzen und das in der Verwaltung erforderliche Know-how zu entwickeln. Stadttechnik, Architektur und Planung bedürfen insofern einer engen Zusammenarbeit.

Die abnehmende Auslastung vorhandener Anlagen und Netze stellt auch die Ver- und Entsorgungsunternehmen vor vielschichtige Probleme. In einigen Städten und Regionen sind absehbar Rück- und Umbaumaßnahmen der Netze und Anlagen notwendig, deren Finanzierung durch die Ver- und Entsorgungsunternehmen schwierig bis teilweise wirtschaftlich unmöglich erscheint. Doch es gilt auch, über gänzliche neue Techniklinien nachzudenken und insofern bestehende Systemalternativen gegenüber dem Weiterbetrieb vorhandener Anlagen abzuwägen. Die aktuellen Debatten um eine Modernisierung der deutschen Wasserwirtschaft erfahren dadurch eine wichtige Ergänzung.

In Deutschland konnten in den letzten beiden Jahrzehnten beachtliche Innovationen im Bereich alternativer Wasserver- und -entsorgungstechnologien entwickelt werden. Sie wurden bisher allerdings ausschließlich auf der Ebene von wenigen, kleinskaligen Modellprojekten umgesetzt. Aus den punktuellen Erfahrungen dieser Projekte eines experimentellen Wohnungs- und Städtebaus heraus alleine können jedoch noch keine verallgemei-

nernden Schlüsse und Hinweise für eine Einführung in größerem Maßstab und die Kombination mit vorhandenen Anlagen und Netzen gezogen werden.

Pilotvorhaben haben deutlich gemacht, dass Stofftrennung und neuartige Kombinationen von Abwasser und Frischwasser prinzipiell möglich sind. Für die deutschen Kommunen kommt es nun darauf an, Referenzprojekte nutzen zu können, in denen – vor allem im Bestand – flexiblere Ver- und Entsorgungsstrukturen erprobt werden. Dies ist aus drei zentralen Erwägungen heraus von besonderer Bedeutung:

- Volkswirtschaftlich gesehen handelt es sich um flexiblere und nachhaltige Lösungen, mit denen die Schließung von Nährstoffkreisläufen sowie – insbesondere angesichts der steigenden Energiepreise – eine energetische Verwertung von Abwasser angestrebt wird. Bei Betrachtung der Stoffkreisläufe ist die Wiedergewinnung von Phosphor aus dem Abwasser von besonderer Relevanz, da die global bekannten Phosphor-Lagerstätten beim heutigen Verbrauch in 150 Jahren aufgebraucht sein werden (Larsen/Udert 1999). Phosphor kommt als Düngemittel in der Landwirtschaft eine bedeutende Rolle zu. Ob noch weitere fossile Phosphorvorkommen verfügbar gemacht werden können und ob deren Qualität für eine Nutzung als Dünger ausreicht, ist unklar (Runge-Metzger 1995). Mit Blick auf die endlichen fossilen Ressourcen erscheint eine zukünftige Verwendung von Dünger anthropogenen Ursprungs unausweichlich.
- Abwasser ist technisch und ökonomisch als Ressource zu begreifen. Intelligente Systemlösungen zeichnen sich aus durch Stoffstromreduktion (Ökoeffizienz), höhere Flexibilität, teilweise kürzere Leitungswege und repräsentieren gegenüber konventionellen Systemlösungen (im Sinne der Regeln der Technik) langfristig eine ökonomische Effizienzsteigerung (Energieverwertung). Qualitätsgesichertes Regenwasser als Trink- und Brauchwasserressource kann aus technologischer Sicht eine völlig neue Alternative zur klassischen Frischwasserbereitstellung darstellen.
- Hinzu kommt, dass sich durch die langfristige Transformation der vorhandenen Systeme Chancen bieten, die weit über die deutschen Kommunen und ihre Ver- und Entsorgungsunternehmen hinaus reichen. Integrierte Lösungen zur Wasserver- und -entsorgung dürften erhebliche Ausstrahlungskraft auch auf Länder in anderen Erdteilen zur Lösung der Weltwasserkrise besitzen. Die deutschen Städte und ihre Ver- und Entsorgungsunternehmen können hier eine bedeutsame Vorreiterrolle für die Zukunft übernehmen.

Der Forschungsverbund netWORKS hat es sich mit dem Projekt „Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft“ zum Ziel gesetzt, gemeinsam mit Ver- und Entsorgungsunternehmen aus sechs unterschiedlichen Untersuchungskommunen langfristig tragfähige Angebots- und Infrastrukturkonzepte zu entwickeln. Einen Untersuchungsschwerpunkt bildet die Frage, inwieweit semi- und dezentrale Lösungen ökonomisch und ökologisch effizienter sind und im existierenden betrieblichen Rahmen sukzessive angewandt werden können. Strukturanpassungen der Anlagen und Einrichtungen der technischen Infrastruktur sollen also nicht losgelöst von den unternehmerischen Erfordernissen erfolgen, sondern nur in Einklang mit diesen. Stadtkonkret gilt es zudem, den Handlungs- und Anpassungsbedarf im Einklang mit entsprechenden Stadtentwicklungskonzepten auszuzeichnen und das auch in Politik und Verwaltung notwendige operative

Wissen zu entwickeln. Die Bewertung unterschiedlicher Systemalternativen (Szenarien) im Vorfeld einer Gestaltung der Transformation der Wasserinfrastruktur umfasst die betriebswirtschaftlichen Aspekte aus Sicht der Ver- und Entsorgung, volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen Bewertungen von Systemvarianten sowie die umweltökonomischen Kriterien der Ressourcennutzung. Ferner ist zu diskutieren, inwieweit die allgemein anerkannten Regeln der Technik bzw. Stand der Technik einer Anpassung bedürfen. Das Ergebnis ist ein Konzept der mehrdimensionalen Bewertung von Transformationsstrategien der Wasserwirtschaft zur Entwicklung eines nachhaltigen Ressourcenschutzes und einer effizienten Ressourcennutzung. Das methodische Konzept wird so gestaltet, dass es bei vergleichbaren Aufgaben verwendet werden kann.

Zu dieser Studie

Die vorliegende Studie bündelt im Sinne einer Bestandsaufnahme internationale Erfahrungen und Projekte, die sich mit Fragen von Infrastruktur und Wasserwirtschaft auseinandersetzen und pilothaft umgesetzt wurden. Sie bildet damit eine Grundlage für Überlegungen zu den Möglichkeiten der Transformation städtischer Wasser-Infrastrukturen in Deutschland. In Hinblick auf den Transfer der Erfahrungen sind dabei selbstverständlich die unterschiedlichen Rahmenbedingungen in den untersuchten Ländern und Regionen zu berücksichtigen. So ist anzumerken, dass während in Deutschland zumindest in der öffentlichen Debatte die vorherrschenden Themen die der demografischen Schrumpfung und der dadurch notwendigen Anpassungsstrategien der Ver- und Entsorgungsunternehmen sind, in anderen Industrienationen über alternative Ver- und Entsorgungskonzepte deshalb nachgedacht wird, weil entweder ein anhaltend hoher Siedlungsdruck oder die Auswirkungen des drohenden Klimawandels eine Fortsetzung der bisherigen Ver- und Entsorgungsmodelle erschweren. Nicht selten sind es aber die ganz klassischen Probleme der unzureichenden Wasserressourcen, die den Ausschlag für die Suche nach neuen, nachhaltigen Ver- und Entsorgungskonzepten geben.

Die Studie wird ergänzt und vertieft durch Fachgespräche mit internationalen Expertinnen und Experten, die im Rahmen eines Workshops im September 2008 vom Forschungsverbund netWORKS geführt werden. Mit der Publikation erheben wir keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Hinweise auf weitere interessante Aktivitäten und Projekte nehmen wir gerne entgegen.

Das dieser Veröffentlichung zugrunde liegende Verbundvorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01UV0716A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei den jeweiligen Autorinnen und Autoren eines Heftes. Wir danken den Kollegen aus dem Verbund für ihre weiterführenden Hinweise während der Erstellung der Studie.

Berlin und Frankfurt/Main im August 2008

Forschungsverbund NetWORKS
Verbundkoordination

1. Methodisches Vorgehen und Aufbau der Studie

Die vorliegende Studie basiert auf den Ergebnissen von zwei aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten. In einem ersten Schritt wurde die internationale Literatur zum Thema „Transformation der städtischen Wasserinfrastruktur“ bzw. neue/nachhaltige Ver- und Entsorgungskonzepte ausgewertet. Dabei wurde auf themenspezifische Datenbanken, relevante Fachzeitschriften, offizielle Dokumente und auf sogenannte graue Literatur zurückgegriffen. Die Auswertung beschränkte sich auf Beiträge etwa ab dem Jahr 2002 und auf Arbeiten aus Industrienationen. Die zeitliche Beschränkung ergibt sich aus dem Umstand, dass erst zu Beginn dieses Jahrzehnts auch im internationalen Kontext diese spezielle Debatte über die Zukunft der Infrastruktur in einem größeren Umfang angestoßen wurde. Die räumliche Beschränkung ergibt sich auch aus dem Interesse nach einer Übertragbarkeit der Erfahrungen auf die Situation in Deutschland¹. In einem zweiten Arbeitsschritt wurden einige bei den Literaturrecherchen ermittelte Fallbeispiele ausführlicher beschrieben².

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die Ergebnisse dieser Recherchen und versucht eine erste zusammenfassende Bewertung.

- Kapitel 2 charakterisiert zunächst kurz die Ausgangslage in netzgebundenen Infrastruktursektoren, skizziert neue Herausforderungen und führt den Transformationsbegriff ein.
- Kapitel 3 beschreibt ausführlicher die zentralen Entwicklungstrends im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung, d.h. die Entwicklungen, von denen am ehesten Impulse in Richtung auf eine grundlegende Änderung der Infrastrukturmodelle erwartet werden können. In dieses Kapitel fließen Ergebnisse der Literatúrauswertung ein.
- Kapitel 4 stellt ausgewählte Fallbeispiele dar, in denen erste Ansätze einer Transformation erkennbar sind bzw. zumindest alternative Infrastrukturkonzepte in einem größeren räumlichen Kontext umgesetzt sind. Zu Beginn des Kapitels werden zunächst die Kriterien benannt, anhand derer die Beispiele ausgewählt wurden.
- Im Kapitel 5 erfolgt danach eine zusammenfassende Bewertung der in den Kapitel 3 und 4 dargestellten Ergebnisse der Recherche. Die Auswertung erfolgt dabei anhand von Leitfragen, die sich aus dem Kontext des Forschungsverbundes ergeben. Bei der Auswertung der Fallbeispiele spielen weniger die technischen Komponenten eine Rolle³, als vielmehr der institutionelle Rahmen im weitesten Sinne, in dem diese Techniken umgesetzt werden.
- Der weitere Forschungsbedarf wird im abschließenden Kapitel 6 erläutert.

1 Kommentierte Literaturlisten werden unter <http://www.networks-group.de> zur Verfügung stehen.

2 Arbeitspapier (unveröffentlicht).

3 Siehe hierzu die im Rahmen des Forschungsverbundes durchgeführte Technikrecherche (Staben 2008).

2. Zentrale netzgebundene Infrastrukturen: State of the Art und neue Herausforderungen

Die Forderungen nach einer Transformation wasserwirtschaftlicher Infrastrukturen sind vor dem Hintergrund eines Infrastrukturmodells zu sehen, das in seiner jetzigen Form, trotz mancher Unterschiede im Detail, doch in den meisten Industrienationen das vorherrschende Modell darstellt. Kennzeichnend sind unter anderem die folgenden Aspekte:

- Netzgebundenheit der Systeme,
- Linearität der Ver- bzw. Entsorgungsleistung,
- eine hohe Kapitalintensität und eine lange Lebensdauer der Systeme, daraus abgeleitet
- die Bereitstellung der Leistungen innerhalb von Monopolstrukturen,
- eine räumliche Trennung von Produktion und Konsum,
- die Entwicklung der Infrastruktursysteme ist damit auch eingebunden in entsprechende auf funktionsräumlichen Arbeitsteilungen basierende Konzeptionen der Stadt- und Regionalentwicklung,
- eine langfristig ausgerichtete, angebotsorientierte Infrastrukturplanung: Ausbau von Kapazitäten, in die die Nachfrage hineinwächst,
- Finanzierung und Management der Systeme folgen dieser Wachstumslogik; auch Planung und Infrastrukturrecht sind darauf ausgerichtet,
- das Prinzip des einheitlichen Wassers: es wird kein nach Nutzungszwecken und Qualitätserfordernissen differenziertes Wasser bereitgestellt; die Konsumenten haben keine Wahlmöglichkeit; die Preiselastizität der Nachfrage ist niedrig, es gibt nur wenig Substitutionsspielräume,
- eine Durchmischung der Stoff- und Wasserkreisläufe: Niederschlags- und Schmutzwässer unterschiedlicher Herkunft werden (in der Regel) gemeinsam aus der Stadt abgeleitet; Abwasser wird nicht als Ressource gesehen, sondern als Abfall, dessen man sich entledigen muss,
- eine strikte staatliche Regulierung der Systeme zur Sicherung öffentlicher Interessen.

Dieses Paradigma erscheint im Hinblick auf gesellschaftliche Zielvorgaben als durchaus erfolgreich:

- Eine flächendeckende Ver- und Entsorgung ist erreicht, der größte Teil der Bewohner eines Gebietes ist an zentrale Netze angeschlossen.
- Es werden in der Regel hohe Qualitäts- und Versorgungsstandards erreicht; Unterbrechungen der Ver- und Entsorgung stellen eher die Ausnahme dar.

- Die Umweltbelastungen durch die zentralen Systeme sind zwar hoch, diese Probleme erscheinen jedoch als technisch regulierbar und über nachgeschaltete End-of-Pipe-Lösungen in den Griff zu bekommen.
- Die Kosten des Systems sind zwangsläufig hoch, sie sind aber über ein sehr differenziertes Finanzierungssystem allokiert und stoßen von Ausnahmen abgesehen nicht an Grenzen der Belastbarkeit bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern.

Die Entwicklung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung folgte in allen Industrieländern relativ ähnlichen Mustern: Der Aufbau einer zentralen Infrastruktur lag zunächst teilweise auch in den Händen privater Unternehmen, wobei spätestens zu Beginn des 20. Jahrhunderts ein Trend in Richtung auf Verstaatlichung bzw. (Re-)Kommunalisierung erfolgte. Die oben genannten Erfolge wurden im Rahmen dieser öffentlich-rechtlichen Strukturen erreicht, begünstigt natürlich auch durch insgesamt stabile Rahmenbedingungen (vgl. Juuti/Katko 2005).

Bei dem gegenwärtigen erreichten Stand der vollständigen Marktsättigung und dem Ende der klassischen Wachstumsstrategie rücken nun andere Zielsetzungen in den Vordergrund. Die Kosten zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit der Systeme wachsen vor allem unter Schrumpfungsbedingungen enorm und übersteigen mancherorts die finanzielle Leistungsfähigkeit der Unternehmen und ihrer Anteilseigner, da nicht alle Kostensteigerungen an die Kunden weitergegeben werden können. Unternehmen sehen sich mit zahlreichen neuen ökologischen, ökonomischen und auch sozialen Herausforderungen konfrontiert, Ansprüchen, die parallel wirksam werden und sich gegenseitig verstärken können. Neue Technologien setzen sich langsam durch, sie könnten nicht nur die Leistungsfähigkeit der Unternehmen verbessern, sondern bei langfristiger Betrachtung auch die klassischen ökonomischen Begründungen für zentrale Strukturen zumindest aufweichen.

Auf diese veränderte Problemlage scheint es zunächst in allen Industrieländern vergleichbare Reaktionen zu geben: Etwa seit Beginn dieses Jahrzehnts begann eine Diskussion um die Möglichkeiten, wie in der Wasserwirtschaft effizientere Strukturen erreicht werden können, ohne dabei jedoch die Sektorstrukturen grundlegend zu ändern. In Deutschland erfahren diese vielfältigen Bestrebungen unter dem Begriff der „Modernisierungsstrategie“ auch von der Politik maßgebliche Unterstützung. Die Schaffung größerer Unternehmensseinheiten (etwa im Rahmen interkommunaler Kooperation) und die Einführung von vergleichendem Wettbewerb (Benchmarking) sind dabei Bestandteile einer solchen Effizienzstrategie, wie sie in dieser oder vergleichbarer Form auch anderen Ländern zur Anwendung kommt (Scheele 2008).

Transformation und Transformationsmanagement

Angesichts der skizzierten Problemlage sind Prognosen, die von einer linearen Weiterführung der vorhandenen infrastrukturellen Bedingungen ausgehen, angreifbar. Der Forschungsverbund netWORKS geht von einem weitergehenden Prozess der „Transformation“ aus (Kluge/Libbe 2006; Kluge/Libbe/Scheele 2006), dessen langfristige Gestaltung eine enorme Herausforderung darstellt. Die Bezeichnung der in den Infrastruktursektoren

stattfindenden Veränderungen als „Transformationsprozess“ soll dabei die Möglichkeit unterschiedlicher Transformationsoptionen mit weitreichenden Auswirkungen auf Wirtschaft, Gesellschaft und natürliche Umwelt zum Ausdruck bringen. Ein Transformationsprozess ist durch Brüche, Nichtlinearitäten, Rückkopplungen, Wechselwirkungen und Gleichzeitigkeit von Dynamik und Beharrungstendenzen gekennzeichnet. Da jedoch die Siedlungswasserwirtschaft aufgrund ihrer gegenwärtigen Pfadabhängigkeit kaum kurzfristig an veränderte gesellschaftliche Anforderungen, technologische Entwicklungen und identifizierte Risiken angepasst werden kann, bedarf es einer frühzeitigen Auseinandersetzung mit diesen Veränderungsprozessen (vgl. zu den nachfolgenden Ausführungen auch Kluge/Schramm 2006).

Transformationen zeichnen sich durch einen hohen Grad an Unsicherheiten sowie eine schwierige Vorhersagbarkeit aus und sind aufgrund ihrer Dynamik nicht vollständig durch wirtschaftliche und/oder politische Entscheidungen festgelegt und determiniert. Diese begrenzte Steuerungsmöglichkeit kann jedoch nicht den Verzicht auf politisches Handeln bedeuten; wichtig wird es sein, ausgehend von einem „Denken in Möglichkeiten“ in einem so definierten Möglichkeitsraum zum Handeln zu kommen. Die kommunalen Entscheidungsträger und die Infrastrukturunternehmen werden dabei das Ziel verfolgen müssen, auch in den Transformationsphasen eine Versorgung auf einem hohen Niveau zu gewährleisten, Schwankungen abzufedern und möglichst zügig wieder stabilisierte Zustände innerhalb des Infrastruktursystems und seinen politischen, ökonomischen und ökologischen Einbettungen zu erreichen.

Ein aktives Transformationsmanagement auf kommunaler Ebene kann diese Prozesse gestaltend begleiten. Es wird sich vor allem auf das Management erkannter Übergänge konzentrieren und integrierte Handlungsstrategien entwickeln müssen. Ein solches Management umfasst die Zielfindung, das Identifizieren, Bewerten, Auswählen und Anpassen von Strategieoptionen, deren Operationalisierung und Implementierung bis hin zur Anpassung von Einzelmaßnahmen.

Der Transformationsbegriff sieht sich so nicht in Abgrenzung zum Modernisierungskonzept, sondern knüpft daran an, fasst aber den Formwandel in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung inhaltlich weiter. Eine Voraussetzung für einen bewusst gestalteten Transformationsprozess ist die Identifikation von Systemalternativen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft.

netWORKS-Leitprinzipien

Die intendierten und nicht intendierten Folgen gewählter Transformationsstrategien sind unter Transformations- und Nachhaltigkeitsaspekten zu bewerten. Die dafür gewählten Leitprinzipien nachhaltiger Wasserwirtschaft umfassen dabei nicht allein die herkömmlichen „klassischen“ Nachhaltigkeitsindikatoren (Ökonomie, Ökologie, Soziales), sondern auch Kriterien, die die Fähigkeit des Systems beschreiben, sich durch Rückkopplungsprozesse anzupassen und entwicklungsoffen zu sein.

Zu den Anforderungen im Einzelnen, die zugleich als Leitprinzipien zur Orientierung eines Transformationsmanagements für eine nachhaltige Wasserwirtschaft angesehen werden können:

- Das Leitprinzip der Anpassungsfähigkeit (Adaptivität) bedeutet, dass sich das Infrastruktursystem an veränderte Rahmenbedingungen anpassen kann bzw. lässt, ohne dass es zu einer tief greifenden Änderung des Systems kommt. Es gilt, den Einsatz von Technologien zur Effizienzsteigerung im Bereich Ressourcenbeanspruchung (Wasserverbrauch, Energieverbrauch, Rohstoffbeanspruchung, Flächenbeanspruchung oder Transportaufwand) zu fördern und Entwicklungsoptionen offenzuhalten. Voraussetzung hierfür ist die Rückkopplung von Folgen und Wirkungen, beispielsweise der derzeit wirksamen stadtreionalen Siedlungsentwicklungen auf die Auslegung vorhandener Infrastrukturen oder der Auswirkungen vermehrten Einsatzes semi- bzw. dezentraler technischer Komponenten auf das vorhandene zentrale System. Eine spezifische Anforderung in diesem Zusammenhang ist die Strukturierung des (Versorgungs- bzw. Entsorgungs-) Systems nach einer Art „Baukastenprinzip“. Modularität wird als ein Kernelement einer nachhaltigen Infrastrukturentwicklung angesehen, bei der neue, in hohem Maße auch autonom funktionierende technische Einheiten unabhängig voneinander in das System eingefügt (installiert) oder auch aus diesem entfernt (abgebaut) werden können, sich zugleich jedoch im spezifischen Zusammenwirken ihrer spezifischen Teilfunktionen wie ein integriertes Ganzes verhalten. Technologische Pfadabhängigkeiten sollen auf diese Weise minimiert und so der Aufwand für Umrüstungen und Umstellungen im Sinne des Leitprinzips der Anpassungsfähigkeit verringert werden.
- Das Leitprinzip der Integration verweist auf die Notwendigkeit, bei der Entscheidungsfindung alle für die Entscheidung (und deren Folgewirkungen) relevanten Bereiche zu beachten und einzubeziehen. Dies betrifft gleichermaßen die Ebenen des Wissens (Zusammenführung allen relevanten Know-hows), der Akteure (umfassende Beteiligungsmöglichkeiten zur Schaffung breiter Akzeptanz) und der Institutionen (Berücksichtigung unterschiedlicher administrativer Verantwortlichkeiten).
- Das Leitprinzip der Funktionalität zielt ab auf die zuverlässige Aufrechterhaltung der technischen Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems (unter anderem Einhaltung der technischen und hygienischen Standards) und definierte funktionelle Systemziele (z.B. Versorgung mit Trinkwasser, Bereitstellung von Löschwasser, Ableitung von Niederschlagswasser aus dem Siedlungsgebiet). Ferner geht es darum, den betriebswirtschaftlichen Erfordernissen gerecht zu werden (Stichworte: Kosten, Sozialverträglichkeit von Preisen und Gebühren) und zugleich die personelle Gewähr für zuverlässige betriebliche Abläufe zu erhalten.
- Ökonomisch verträglich gestaltet ist ein Infrastruktursystem, wenn es den Betreibern von Infrastrukturanlagen bzw. Anbietern von Infrastrukturdienstleistungen die entsprechenden ökonomischen Ressourcen zur Verfügung stellt, die erforderlich sind, um die Versorgungsaufgaben auch in einem nachhaltigen Sinne zu erfüllen.

- Ökologische Einbettung verweist darauf, dass Infrastruktursysteme für ihr Funktionieren auf natürliche Ressourcen zurückgreifen und Strategien einer nachhaltigen Infrastrukturentwicklung daher sicherstellen müssen, dass Eingriffe in den Naturhaushalt minimiert werden.
- Soziale Verträglichkeit des Infrastruktursystems gilt als gewährleistet, wenn beispielsweise der Zugang zum Wasser für jedermann zu sozialverträglichen Preisen garantiert ist, ferner die demokratische Legitimation und öffentlichen Einwirkungsmöglichkeiten bei Weichen stellenden, strategischen Entscheidungen gewahrt bleiben.

Voraussetzung für ein aktives Transformationsmanagement aufseiten der Kommunen und ihrer Unternehmen ist nicht nur das Wissen um die sich verändernden Rahmenbedingungen, sondern ebenso die Kenntnis möglicher Übergänge zu einem Infrastrukturmodell, das den oben genannten Leitprinzipien gerecht wird. Vor diesem Hintergrund erscheint es von besonderem Interesse der Frage nachzugehen, ob es in anderen Industrieländern bereits Ansätze eines solchen Übergangs erkennbar sind oder Konzepte eines veränderten Infrastrukturmodells realisiert werden.

3. Transformation netzgebundener Infrastrukturen: Die „driving forces“

Ein Blick auf den gegenwärtigen internationalen Debattenstand zur Infrastrukturgestaltung in der Siedlungswasserwirtschaft macht deutlich, dass es eine Reihe sehr unterschiedlicher *driving forces* gibt, die den Druck auf die klassischen netzgebundenen Infrastruktursysteme mit den Paradigmen der Einheitlichkeit und Zentralität erhöhen und mit der Entwicklung und Einbeziehung alternativer Ansätze und Systemlösungen eine veränderte Konfiguration der Netze begünstigen (Hellebust 2006; Brown 2007a; Brandes/Maas 2007). Nicht selten sind diese neuartigen Ansätze auch mit einer veränderten räumlichen Systemausdehnung verbunden (Einführung dezentraler oder semi-zentraler Systemkomponenten).

Andere Faktoren beeinflussen zwar Struktur und Entwicklung des Wassersektors, es kann jedoch nur ein eher indirekter Zusammenhang zum Transformationsprozess gezogen werden. Dies gilt etwa für die weltweit zu beobachtenden Liberalisierungs- und Privatisierungstendenzen in der Wasserwirtschaft, den Entwicklungen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Auch die neue entstandene Debatte zu den *critical infrastructures* kann an diesem Zusammenhang erwähnt werden¹.

Bei einem Blick auf die internationale Literatur, die sich mit Modellen und praktischen Projekten der Transformation der Wasserinfrastruktur befasst, zeigen sich einige wesentliche Triebkräfte als entscheidende Faktoren:

- Nachhaltige Entwicklung,
- neue Technologien,
- Klimawandel,
- demografischer Wandel,
- Revitalisierung urbaner Brachen sowie
- Integration von Infrastrukturplanung und räumlicher Planung.

Diese Faktoren werden im Folgenden kurz beschrieben, wobei die Reihenfolge keine Wertung impliziert.

1 Zwar stehen bei Studien, die sich mit neuen Sicherheitsphilosophien in den *critical infrastructures* befassen, die Energieversorgung und die Telekommunikation im Mittelpunkt, das Thema wird jedoch auch für die Wasserversorgung virulent. Es gibt vermehrt Arbeiten, die sich mit der Frage befassen, wie die Sicherheit der Wasserversorgungssysteme durch eine entsprechende Planung und Ausgestaltung verbessert werden kann (Committee on Water System Security Research/National Research Council 2007). Zimmerman/Restrepo 2006 versuchen eine Quantifizierung der Interdependenzen zwischen den Netzindustrien und kommen zu dem Ergebnis, dass die Schäden, die eine Unterbrechung der Wasserversorgung in anderen Netzindustrien verursacht, fast dreieinhalb mal so hoch ausfallen, wie umgekehrt die Schäden in der Wasserversorgung, die durch Unterbrechungen in anderen Netzindustrie wie im Energie- und Telekommunikationssektor entstehen.

3.1 Nachhaltigkeit

Bezogen auf die Situation der Wasserver- und Abwasserentsorgung in den Industrienationen kann – trotz aller Unterschiede im Detail – in der Regel auf die hohe Leistungsfähigkeit der Wasserwirtschaft verwiesen werden. Die Versorgungssicherheit und die Trinkwasserqualität sind hoch, zumindest bei der Wasserversorgung gibt es einen hohen Anschlussgrad und durch enorme Investitionen in die Reinigungstechnologien ist es in den letzten Jahrzehnten zu einem deutlichen Rückgang gravierender Umweltbelastungen durch Abwassereinleitungen gekommen. Die Kehrseite dieses Modells sind hohe und weiterhin steigende Systemkosten; zumindest bislang hielt sich die Belastung der Verbraucher in Grenzen, dennoch ist zu beobachten, dass die Frage der Erschwinglichkeit der Leistungen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung immer häufiger als Problem thematisiert wird (Bronos 2007; Kluge/Libbe 2006).

Es mehren sich die Hinweise auf die unzureichende Nachhaltigkeit von auf zentralen Netzstrukturen basierenden Systemen (de Graaf/van de Ven 2005; Scheele 2008; Kärrman 2001; Palme u.a. 2005). Ganz offenkundig sind jedenfalls der hohe Energie- und Ressourcenaufwand dieser Systeme, die Bewertung von Abwasser als Abfall statt als wertvoller Rohstoff, die hohe Pfadabhängigkeit und die mangelnde Adaptionsfähigkeit der Systeme (Kluge/Libbe 2006).

Das Gros der Arbeiten zur Nachhaltigkeit in der Wasserwirtschaft ist sehr stark ressourcenorientiert. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, ob und über welche Maßnahmen eine an Nachhaltigkeitskriterien gemessene effiziente Nutzung knapper Ressourcen gesichert werden kann. Vor allem aus dem skandinavischen und dem angloamerikanischen Raum liegen jedoch auch Studien vor, die sich mit der Nachhaltigkeit von städtischen Wasserver- und Abwasserentsorgungssystemen auseinandersetzen (van Timmeren u.a. 2004; Guio-Torres 2006). Dabei kommen sehr unterschiedliche Verfahren und Methoden zur Anwendung, bekannt sind dabei *Ecological Foot Print*- oder insbesondere *Life Cycle*-Ansätze (Lahti u.a. 2006; Mitchell u.a. 2007; Scheele 2008). In den Fallstudien werden in der Regel unterschiedliche Technologien und Ver-/Entsorgungskonzepte miteinander verglichen (Mithraratne/Vale 2007a, b; Muga/Mihelcic 2007). Dezentrale Lösungen schneiden dabei anhand der klassischen Nachhaltigkeitskriterien häufig besser ab, wobei aber auch hier jeweils die spezifischen örtlichen Bedingungen entscheidend sind.

Bislang jedoch wird in diesen Arbeiten kaum thematisiert, wie ein solcher Transformationsprozess zu nachhaltigeren Wasserinfrastrukturen gestaltet werden kann. Gemeinsam ist den Arbeiten die Betonung bestimmter Prinzipien nachhaltigen Wassermanagements auf städtischer Ebene (Kallis/Coccosis o.J.; Brown u.a. 2007; University of Albertay Dundee 2007; Winz 2005; Loucks 2000). Die vorliegenden Arbeiten und Fallbeispiele dienen insofern als wichtige argumentative Stütze für die Forderung nach einer Transformation städtischer Infrastrukturen.

3.2 Neue Technologien

Die Wasserwirtschaft galt im Vergleich zu anderen Netzindustrien (Energie, Telekommunikation, Transport) lange Zeit als Sektor, der eher durch eine geringe Innovationsintensität gekennzeichnet war und in dem sich der technische Fortschritt eher auf eine Optimierung bestehender Konzepte und Verfahren konzentrierte (Van Dijk 2003; Palaniappan u.a. 2007)². Auch Produktinnovationen stellen in der Wasserver- und der Abwasserentsorgung eher die Ausnahme dar.

Während sich neue Technologien (Wassersparen, Recycling etc.) auf der Ebene der einzelnen Haushalte und Gebäude bereits früh durchsetzten (Diaper 2004; Groves u.a. 2007), beginnt sich das Bild mit Blick auf komplementäre öffentlichen Wasser-Infrastruktursysteme erst langsam zu ändern: Neue Aufbereitungsverfahren, aber auch neue Informations- und Kommunikationstechnologien haben in der Zwischenzeit den Experimentierstatus verlassen (Umweltbundesamt [UBA]/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2007; Krkosek 2006; Australian Academy of Science 2006), ihre Markteinführung wird überhaupt erst die Einführung dezentraler oder semi-zentraler Systemkomponenten im größeren räumlichen Kontext ermöglichen bzw. erleichtern (Rocky Mountain Institute 2004; Hitters/Kluck 2005; Butler/Makropoulos 2006)³. Infrastruktursysteme werden „intelligenter“ und sollen sich immer mehr ihrer jeweiligen Umwelt anpassen können⁴. Neue Aufbereitungs- und Steuerungstechnologien verringern die *diseconomies of scale* und verändern damit Kostenvergleiche zwischen zentralen und dezentralen Lösungen zugunsten letzterer (Wenban-Smith 2006). Die Durchsetzung nachhaltiger, räumlich differenzierter Lösungen und die Erhöhung der Akzeptanz wird mit entscheidend davon abhängen, ob mit Blick auf Qualität und Versorgungssicherheit ein mit zentralen Lösungen vergleichbarer Level erreicht werden kann. In diesem Zusammenhang wird auf zwei unterschiedliche Strategien gesetzt: man kann versuchen, jeweils die Steuerung und Betriebsführung dezentraler Anlagen zu verbessern oder aber die Steuerung dezentraler Anlagen zentral vorzunehmen. Letzterer Ansatz kann über die Fernüberwachung hinausgehen und beispielsweise Konzepte eines quasi „virtuellen“ Wasserwerks oder Abwasserwerks umfassen, in dem dezentrale Anlagen zusammengeschaltet und wie ein zentrales System gesteuert werden (Yamamoto 2005). In beiden Fällen spie-

2 Natürlich ist diese Einschätzung immer subjektiv; so bleibt strittig, ob etwa mit Blick auf bestimmte neue Verfahren im Bereich der Abwasserbehandlung von grundlegenden Reformen oder nur einer Optimierung vorhandener Verfahren gesprochen werden kann.

3 Das britische Defra hat im Juni 2008 einen öffentlichen Konsultationsprozess zur Frage von Innovationen in der Wasserwirtschaft eingeleitet. Im Vordergrund steht dabei jedoch eher die ordnungspolitische Fragestellung, wie Wettbewerb entsprechende Anreize auslösen kann. Der Begriff Innovation ist dabei sehr weit gefasst: „Innovation is the creation, development and implementation of a new product, technology, service, tariff design or process of production with the aim of improving efficiency, effectiveness or competitive advantage.“ (Defra 2008a, S. 14) Parallel zu diesen – stark von Regulierungsnotwendigkeiten geprägten – Arbeiten hat auch das Council for Science and Technology (<http://www2.cst.gov.uk>) für den Sommer 2008 eine größere Studie zu Innovationen in der Wasserwirtschaft angekündigt.

4 Adeli (2002) nennt *knowledge engineering, neurocomputing, evolutionary computing, data mining, virtual reality* als die Entwicklungen, die für den Infrastruktursektor von Bedeutung sind. Die vom ihm benannten Beispiele beziehen sich zwar größtenteils auf den Transport- und Energiesektor, lassen sich aber auch für die Wasserinfrastruktur nutzbar machen; siehe auch Yarrington u.a. 2005 zu „*intelligent infrastructure futures*“.

len neue Technologien die entscheidende Rolle (Willetts/Fane/Mitchell 2007), wobei bislang nur in wenigen Fällen die Frage des Übergangs von den gegenwärtig vorhandenen auf die neuen Technologien explizit thematisiert wird (Livingston 2008; Wakim 2004).

Wesentliche Impulse für die Umsetzung neuer Technologien gehen im internationalen Kontext von den Ansätzen aus, die unter den Stichworten „*sustainable building, sustainable construction*“ oder „*sustainable design*“ geführt werden. Dabei geht es in erster Linie um solche Modelle, in denen über die Planung und den Bau von Gebäuden oder auch Stadtteilen die potenziellen ökologischen Auswirkungen minimiert werden und alle Dezentralisierungspotenziale und Möglichkeiten des effizienten Umgangs mit Ressourcen ausgeschöpft werden sollen. Die meisten Konzepte dieser Art, die umgesetzt sind oder sich in der Realisierungsphase befinden, bewegen sich hierbei an der Schnittstelle zwischen Wasserversorgung/Abwasserentsorgung und Energienutzung, gehen also über rein wasserwirtschaftliche Fragestellungen hinaus (Mels/Otterpohl/Zeeman 2005; Marsh/Sharma 2005; DEFRA 2007a).

3.3 Klimawandel

Die Wasserwirtschaft zählt nach allen vorliegenden Studien zu den Sektoren, die besonders von den Folgen des Klimawandels betroffen sein werden⁵. Industrieländer werden dabei in unterschiedlichem Maße tangiert. Australien, die USA, Kanada, die südeuropäischen Länder, aber auch Teile Großbritanniens werden ganz maßgeblich betroffen sein, sei es, weil sich aufgrund veränderter klimatischer Bedingungen (Menge oder zeitliche Verteilung der Niederschläge) die Angebotsbedingungen verschlechtern und/oder die Wassernachfrage steigt (Commission of the European Communities 2007; European Environment Agency [EEA] 2007). Daneben rücken in vielen Ländern Fragen nach dem Umgang mit Hochwasser und extremen Wetterereignissen in den Vordergrund. Untersucht wird derzeit, ob traditionelle Planungsansätze noch ausreichend sind (Mitchell 2007; Milly u.a. 2008), wie alternative Anpassungsstrategien aussehen können, auf welchen Ebenen Reformen eingeleitet werden müssen und wer die Anpassungslasten zu tragen hat. Untersuchungen zu den Implikationen des Klimawandels für einzelne Wasserversorgungsunternehmen sind bislang noch selten, obwohl die Zahl steigt⁶.

In einigen Ländern können die sich ändernden klimatischen Bedingungen auch unmittelbare Auswirkungen auf die baulichen Infrastrukturen haben (höhere Belastungen der Netzstrukturen, Überflutungen, höhere Störanfälligkeit); neben diesen direkten Auswirkungen rücken zunehmend auch die sogenannten marktlich-regulativen Effekte in den

5 Rosén/Lindhe 2007 zählen in Europa den Klimawandel zu den wichtigsten Risiken für die Wasserwirtschaft; siehe auch Keirle/Hayes 2007 sowie CSIRO u.a. 2007, die davon ausgehen, dass bereits relativ moderate Klimaänderungen gerade in der Wasserversorgung erhebliche Auswirkungen haben, da einige Systeme bereits jetzt an Kapazitätsgrenzen operieren.

6 Die Studie von Howe u.a. 2005 im Auftrag des Wasserversorgers der Stadt Melbourne gilt als eine der ersten Arbeiten, die sich systematisch mit den Implikationen für ein Unternehmen befasst. Siehe in diesem Zusammenhang auch Association of Metropolitan Water Agencies 2007, die auf die Gefahr verweist, dass aufgrund eines „information overload“ und hoher Unsicherheit von den Wasserversorgungsunternehmen konkrete Anpassungsunternehmen nicht durchgeführt werden.

Vordergrund. Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft ergeben sich hier aus den Anpassungsstrategien anderer Sektoren oder aus gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen. Langfristig von besonderem Interesse werden hier die Auswirkungen von Energiepreissteigerungen sein. Vor allem die bisherigen, vergleichsweise energieintensiven Modelle der netzgebundenen Infrastrukturver- und -entsorgung werden damit erheblich belastet⁷.

Die in zahlreichen Ländern entwickelten Anpassungsstrategien konzentrieren sich ganz wesentlich auf den Schutz der Ressourcen, hier vor allem im Kontext von *Integrated Water Resource Management* Konzepten⁸. Dabei spielen nicht nur die bereits klassischen Maßnahmen zum Wassersparen eine Rolle; vermehrt richten sich die Aktivitäten auf die Erschließung neuer lokaler Quellen wie etwa der systematischen Erfassung und Nutzung von Regenwasser für die häusliche Wassernutzung (Chocat u.a. 2007)⁹. Erklärtes Ziel ist dabei in aller Regel die Reduzierung und zeitliche Abpufferung der Abwassereinleitungen in die zentralen Infrastrukturen und damit verbunden eine Verringerung des Investitions- und Erneuerungsbedarfs durch neue Wassermanagementkonzepte, durch eine entsprechende räumliche Planung und die Nutzung dezentraler Technologien. Entsprechende Aktivitäten sind nicht selten integraler Bestandteil von umfassenden regionalen oder loka-

-
- 7 In nahezu allen Studien, die sich ganz konkret mit der Frage der Nachhaltigkeit von Infrastruktursystemen befassen, wird der hohe Energieverbrauch und damit auch der Beitrag zu den klimarelevanten Schadstoffemissionen als besonders nachteilig für die ökologische Nachhaltigkeit herausgestellt. Verschiedene Versorgungsunternehmen haben sich daher im Rahmen ihrer Nachhaltigkeitsstrategien zu weitreichenden Klimaschutzziele verpflichtet. Es muss in diesem Zusammenhang aber auch darauf hingewiesen werden, dass dezentrale Lösungen nicht zwangsläufig auch mit einer geringeren Energieintensität verbunden sind, sondern die Energiebilanzen jeweils im konkreten räumlichen Kontext erstellt werden können (Yamamoto 2005).
 - 8 Im europäischen Raum werden im Zusammenhang mit der „Transformation netzgebundener Infrastrukturen“ die Wasserrahmenrichtlinie als neues Ordnungsprinzip und damit auch neue umweltökonomische Instrumente (mit Blick auf effiziente Ressourcennutzung) thematisiert. Eine vergleichbare Debatte gibt es auch im außereuropäischen Ausland unter dem Stichwort des „Integrated Water Resources Management.“ Dort wird auch – teilweise ausgehend von vollständig anderen rechtlich-institutionellen Rahmenbedingungen – der Frage der Wasserpreispolitik und der Tarifstruktur breiten Raum gegeben. Die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie über Maßnahmenprogramme wird nun beispielsweise zwangsläufig Auswirkungen haben auf alle Facetten der urbanen Wasserwirtschaft. Im vorliegenden Bericht werden diese Implikationen zwar mit aufgegriffen, wenn der Zusammenhang zu Veränderungen der Ver- und Entsorgungssysteme ganz offenkundig ist. Aus arbeitsökonomischen Gründen werden diese grundlegenden Veränderungen im Ordnungsrahmen jedoch nicht explizit thematisiert.
 - 9 Auch in Regionen mit ungünstigen natürlichen Rahmenbedingungen liegt der Schwerpunkt noch auf eher traditionellen Ansätzen. So berichten etwa Shirley-Smith u.a. 2008 am Beispiel des spanischen Zargossa über beträchtliche Einsparungen in den letzten Jahren, verweisen aber darauf, dass es sich dabei fast ausnahmslos um die Effekte sogenannter „easy-choice‘ technologies and solutions“ handelt und alternative Technologien (Regen- oder Grauwassernutzung etc.) so gut wie keine Rolle spielen und auch nicht angedacht sind. Cooley u.a. 2007 untersuchen am Beispiel Las Vegas Möglichkeiten über die Realisierung von Wassereinsparpotenzialen, um die sich verschärfenden Versorgungsprobleme zu lösen. Sie weisen ganz erhebliche Potenziale durch den Einsatz neuer Technologien im Haushaltssektor und vor allem im Hotelgewerbe nach und analysieren die Chancen, die sich aus veränderten Landschaftsstrukturen ergeben. Zwar wird auf Maßnahmen wie Wasserrecycling etc. eingegangen, das Thema dezentrale oder semi-zentrale Lösungen und deren Implikationen für die städtische Ver- und Entsorgung aber nicht explizit angegangen.

len Strategien, die unter dem Stichwort des „*water sensitive urban design*“ Verbreitung finden¹⁰

3.4 Demografischer Wandel

Der demografische Wandel und seine Auswirkungen auf die Ver- und Entsorgungsstrukturen wie er seit geraumer Zeit die deutsche Debatte beherrscht, wird in dieser Form in der internationalen Literatur nur am Rande thematisiert (Lux 2008; Boberg 2005). Es gibt nur wenige Industrieländer, in denen ein demografischer Wandel prognostiziert wird, der mit dem in Deutschland vergleichbar wäre. Dazu zählen neben Japan (Ohno 2006) auch einige süd- und osteuropäische Länder (Finka 2006; Mykhnenko/Turok 2007).

Auffällig in Japan ist neben dem Ausmaß des prognostizierten Bevölkerungsrückgangs und der Veränderung der Alters- und Sozialstruktur die Geschwindigkeit, mit der diese Prozesse ablaufen. Letzteres wird darauf zurückgeführt, dass der dämpfende Einfluss von Migrationsprozessen fehlt. Die Auswirkungen des demografischen Wandels auf die japanische Wirtschaft und Gesellschaft werden zwangsläufig thematisiert, die Aussagen zur Infrastruktur bleiben hier relativ vage. Yamamoto (2005) benennt in einer Arbeit zum Aufbau dezentraler Ver- und Entsorgungsstrukturen in japanischen Großstädten zwar den dramatischen Bevölkerungsrückgang, ohne dann jedoch dessen Implikationen für die bestehenden Systeme noch einmal aufzugreifen. Auch im aktuell vorgelegten Endbericht des Forschungsprojekts „Shrinking Cities“, der sich speziell mit Japan befasst (Oswalt 2008), wird die Frage der Implikationen für die Sicherung der Infrastrukturen nur am Rande als Problem benannt.

Verschiedene Studien befassen sich mit den Implikationen des demografischen Wandels für die ländlichen Räume. In der Regel ist dort der Bevölkerungsrückgang nicht ein ubiquitäres gesellschaftliches Problem, sondern das Ergebnis regionaler Wanderungsbewegungen und spezifischer räumlicher Entwicklungsprozesse. Die Sicherung der Infrastrukturversorgung in diesen Räumen wird zwar dann thematisiert; die Beispiele bringen jedoch relativ wenig neue Erkenntnisse im Hinblick auf die Zukunft städtischer Infrastrukturen. In der Regel handelt es sich dabei um Projekte dezentraler Infrastrukturversorgung (Schwerpunkt: soziale Infrastruktur, Verkehr), wie sie auch hinlänglich aus der deutschen regionalpolitischen Debatte bekannt sind.

Das Thema der sogenannten „*shrinking cities*“ wird zwar auch im internationalen Kontext angesprochen; dieses Problem bleibt auf wenige Räume oder ganz spezielle Raumtypen beschränkt und ist häufig das Ergebnis singulärer Ereignisse (dramatischer Zusammenbruch der industriellen Basis, politische Ereignisse, Naturkatastrophen) (Mulder 2006; Cunningham-Sabot 2006; Eaves 2007). Auswirkungen auf die Infrastruktur dieser Städte werden zwar thematisiert, stehen aber nicht im Mittelpunkt dieser Untersuchungen

¹⁰ Siehe etwa die Studie von Shaw u.a. 2007, die bei den Adaptionsstrategien nach unterschiedlichen räumlichen Bezugsebenen (building, neighborhood, catchment area) differenzieren; ähnlich auch Blakely 2007, der hier nach Wassernutzungen unterscheidet (residential, commercial, institutional und open space).

(Johansson/Rauhut 2005). Herausgehoben wird in diesem Zusammenhang auch die sich durch Schrumpfungsprozesse ergebende Möglichkeit eines Wechsels von einer wachstumsorientierten hin zu einer nachhaltigkeitsorientierten Planung (*shrinking smart*) (Pallagst 2005). Die daraus gezogenen Schlussfolgerungen sind jedoch eher allgemein und unverbindlich.

Die im internationalen Kontext aufgeführten Fallbeispiele unter dem Stichwort „Demografie“ befassen sich fast ausschließlich mit Ländern oder Regionen, die durch ein teilweise starkes Bevölkerungswachstum gekennzeichnet sind (in den Industriestaaten: USA, Südengland, Australien); in einigen Fällen wird auch das Thema der räumlichen Ungleichzeitigkeit von Wachstum und Schrumpfung angesprochen.

Die im Kapitel 4 aufgeführten Fallbeispiele beschreiben Situationen, die durch ein starkes Bevölkerungswachstum und den damit einhergehenden Siedlungsdruck gekennzeichnet sind. Der Ausbau des vorhandenen zentralen Ver- und Entsorgungssystems stößt dort oft an ökologische Grenzen, kann sich aber auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten als nicht mehr zukunftsfähig erweisen. Viele der Beispiele werden unter dem Stichwort des „*smart growth*“ thematisiert, wobei es sich zumindest bislang mehrheitlich um Vorhaben mit Modellcharakter auf den sogenannten *greenfields*, also vollständig neu erschlossenen Siedlungsgebieten, handelt¹¹.

Der demografische Wandel im Sinne der Veränderung von Altersstrukturen wird zwar angesprochen, die Implikationen für die Ver- und Entsorgungsstrukturen bleiben in der ausgewerteten Literatur jedoch eher allgemein formuliert (Williams 2007; Birrell u.a. 2005). Allenfalls in verschiedenen Konzepten britischer Versorgungsunternehmen werden die Auswirkungen der Veränderungen der Alters- und Haushaltsstrukturen auf den Wasserbedarf detaillierter aufgezeigt.

3.5 Stadtentwicklung, Revitalisierung urbaner Brachen

Zumindest im europäischen Kontext wird im Zuge der Umsetzung der Lissabon-Strategie den Städten als Motoren der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung eine ganz entscheidende Bedeutung zugemessen. Ihre Rolle unter den Bedingungen der Durchsetzung neuer Technologien und vor allem unter Globalisierungsaspekten steht im Mittelpunkt vieler eher allgemeiner Analysen. Thematisiert werden dabei vor allem die neuen Anforderungen an Städte, städtische Funktionen und die Konsequenzen für die Stadtplanung. In diesem Zusammenhang ist auch die in den letzten Jahren wieder aufgeflamnte Debatte über die Leitbilder der Stadtentwicklung zu sehen. Unter dem Aspekt nachhaltiger Entwicklung und infrastruktureller Versorgung wird dabei der Frage nachge-

11 Urban Land Institute (2007); zu einem umfassenden Überblick über Konzepte und Instrumente der smart growth – Philosophie mit speziellen Bezügen zur Wasserversorgung siehe unter anderem: National Association of Local Government/Environmental Professionals Trust for Public Land (ERG) 2003; Center for Urban Environmental Studies Northeastern University 2006. Jeweils aktuelle Entwicklungen und Darstellungen finden sich auf der Seite <http://www.smartgrowths.org>. Mit weiterführenden Informationen zur Entwicklung von brownfields auch unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten siehe: <http://www.nemw.org/brownfields.htm>.

gangen, ob z.B. das Leitbild der „*Compact City*“ nach wie vor ein tragfähiges Konzept für die zukünftige Stadtentwicklung darstellt (de Graaf 2005)¹².

Der größte Teil der Arbeiten verbleibt, gerade was die infrastrukturellen Implikationen anbelangt, eher auf einer allgemeinen Ebene. Wichtige Ausnahmen stellen dabei die Arbeiten dar, die sich mit der Revitalisierung von Städten und sogenannten *urban regeneration projects* befassen. Dabei geht es um die Sanierung und städtebauliche Aufwertung großer innerstädtischer Brachen. In vielen Ländern werden diese städtebaulichen Projekte in der Zwischenzeit genutzt, um eine grundsätzliche Neuorientierung der Infrastrukturpolitik einzuleiten. Diese Strategien umfassen auch Beispiele für den Einbezug dezentraler Komponenten in die Ver- und Entsorgungsstrukturen in der Wasserwirtschaft.

Das Thema Infrastruktur spielt in diesen Fällen auch insofern eine Rolle, als die in den Arealen vorhandenen Netzstrukturen sich als Barriere für neue Ver- und Entsorgungskonzepte gesehen werden¹³. Einige Untersuchungen thematisieren explizit die sich daraus ergebenden Anforderungen und Herausforderungen an die Ver- und Entsorgungsunternehmen¹⁴.

3.6 Integration von Infrastrukturplanung und räumlicher Planung

Zunehmend wird auch in anderen Ländern die in der Vergangenheit dominierende Planungsphilosophie in Frage gestellt, also der Planungsansatz, bei dem der Infrastrukturausbau der räumlichen Entwicklungs- und Siedlungsplanung folgte (Korhonen 2007). Es gibt vergleichbar der aktuellen Debatte in Deutschland eine wachsende Zahl von Arbeiten, die sich mit den infrastrukturellen Folgekosten der Siedlungsentwicklung befassen (*cost of urban sprawl*) und aus den Ergebnissen die Veränderung von Planungskonzepten fordern.

Die Arbeiten befassen sich – eingebettet oft in eine Debatte über die grundlegende neue instrumentelle Ausgestaltung von Planung – mit der Frage, wie in der Zukunft Stadt- und Regionalplanung mit der Infrastrukturplanung abgestimmt werden können¹⁵. Zwar betrifft dies alle Infrastruktursektoren gleichermaßen, dass hier neben der Verkehrsinfrastruktur vor allem wasserwirtschaftliche Infrastrukturen im Vordergrund stehen, hat sowohl etwas mit Ressourcenengpässen zu tun, aber auch mit den neuen planerischen Herausforde-

12 Siehe auch van Timmeren/Röling (2007) zu den Implikationen der Compact City- Ansätze auf Infrastrukturen.

13 Shirley-Smith (2002) verweist darauf, dass aufgrund des Umfangs der Versorgungsaufgabe und der vorhandenen Anlagen, innovative Ansätze entweder nicht gesehen, ignoriert oder als gegen die wirtschaftlichen Interessen der Incumbents gerichtet betrachtet werden; ähnlich Van Timmeren u.a. 2004.

14 Die von English Partnerships – The National Regeneration Agency (2002) vorgelegte Studie ist die einzige, die sich explizit mit der Rolle der Versorgungsunternehmen bei der Erschließung von Sanierungsgebieten befasst; sie thematisiert dabei vor allem das Problem, die vorauslaufenden Investitionen bei den Unternehmen zum Ansatz bringen zu müssen; siehe auch North West Regional Assembly (NWRA) zur Rolle der Wasserversorgungsunternehmen bei der Entwicklung von brownfields. Einige Aspekte sind jedoch im speziellen Kontext der englischen Regulierungspraxis zu sehen.

15 Als ein wichtiges Problem benannt wird auch die unterschiedliche Laufzeit der Planungen; siehe Birks 2006.

rungen, die sich in vielen Ländern aus dem Klimawandel ergeben werden (*flood protection*) (van Engelsdorp Gastelaars 2005). Zwar beziehen sich die Fallstudien mehrheitlich auf diese letzten Aspekte, dennoch gibt es eine Reihe von Arbeiten, die sich auch mit den Implikationen für die zentralen Ver- und Entsorgungsnetzstrukturen befassen. Auch hier werden jeweils dezentrale oder semi-zentrale Optionen mit herangezogen. Diskutiert wird dabei auch die Frage nach dem Zusammenhang von nachhaltiger Stadtentwicklung, verdichteten Bauweisen und Infrastrukturen. Hingewiesen wird etwa auf das Problem, das eine unter ökologischen Gesichtspunkten insgesamt sinnvolle verdichtete Siedlungsform die Integration der „*critical flows*“ (Wasser, Energie, Abwasser) durchaus erschweren kann, zumindest soweit man dabei auf zentrale Netzsysteme setzt¹⁶.

Vor allem in Ländern, in denen private Unternehmen in der Ver- und Entsorgung eine größere Rolle spielen, wird daneben auch die Frage aufgeworfen, ob es vor dem Hintergrund eher kurzfristig ausgerichteter Planungszeiträume gewinnorientierter Unternehmen schwierig ist, derartige integrierte Planungsansätze umzusetzen bzw. wie entsprechende Incentives gesetzt werden müssen (Mvaconsultanc 2006; Royal Commission on Environmental Pollution 2007).

16 Siehe etwa van Timmeren/Röling (2007), die darauf aufbauend für eine Strategie der dezentralen Konzentration plädieren; ähnlich van Timmeren (2007). Untersuchungen der amerikanischen Environmental Protection Agency (EPA) (2006) zur den unterschiedlichen Auswirkungen von high- and low- density development strategies zeigen, dass eine hohe Verdichtung sich nicht zwangsläufig negativ auf die Wasserwirtschaft auswirken muss. Grundsätzlich zum Umfang des Forschungsbedarf mit Blick auf städtische Nachhaltigkeit siehe aktuell: Urban – Net 2008.

4. Fallbeispiele einer Transformation städtischer Infrastrukturen

In den letzten Jahren ist auch im internationalen Kontext die Zahl der Projekte und Initiativen stark angestiegen, die sich in sehr unterschiedlicher Weise mit der Transformation in der Wasserwirtschaft befassen und aufzeigen, dass die Paradigmen der Zentralität und der Einheitlichkeit zunehmend hinterfragt werden, wenn nicht sogar ein (infrastruktur-) technischer Paradigmenwechsel“ (Otterpohl/Oldenburg 2002) stattfindet. Viele Projekte sind als Modellvorhaben konzipiert; sie weisen sehr unterschiedliche Größenordnungen auf und sind im unterschiedlichen Maße in übergreifende Programme und politische Initiativen eingebunden. Im Folgenden sollen einige der Vorhaben näher dargestellt werden, in denen konkrete Maßnahmen bereits umgesetzt wurden bzw. Projekte, die sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium befinden. Es kann hier keine umfassende Bestandsaufnahme geleistet werden. Die hier dargestellten und in einem netWORKS-internen Papier detailliert aufbereiteten Projekte stellen daher zwangsläufig eine Auswahl dar, der folgende Kriterien zugrunde liegen:

- Die Projekte sollen in einem ökonomisch-institutionellen Umfeld realisiert worden sein, das zumindest dem der Bundesrepublik Deutschland vergleichbar ist. Der Stand der infrastrukturellen Erschließung, der spezifische Problemdruck, aber auch geltende Standards und Normen sind ganz entscheidend für die Frage, ob und in welchem Umfang ein Transformationsprozess initiiert und umgesetzt werden kann. Diese Einschränkung bedeutet z.B., dass alternative Ver- und Entsorgungsoptionen, wie sie etwa unter dem „*ecosan*“-Begriff zusammengefasst werden und Vorhaben in Entwicklungs- und Schwellenländern beschreiben, hier nicht weiter verfolgt werden.
- Der Schwerpunkt der Analysen sollte auf Projekten liegen, die für Siedlungen oder ein größeres Gebiet eines Agglomerationsraums umgesetzt werden. Dies hängt natürlich immer von den ganz spezifischen Bedingungen vor Ort ab; festzuhalten bleibt jedoch, dass keine Projekte mit aufgenommen wurden, bei denen es sich lediglich um die Realisierung von Vorhaben auf der Ebene einzelner Gebäude oder isolierter Gebäudekomplexe handelt.
- Die Projekte sollten sich vorrangig auf die Siedlungswasserwirtschaft beziehen und schwerpunktmäßig die Ver- und Entsorgung privater Haushalte mit umfassen. Vorhaben, die sich primär mit der Ver- und Entsorgung industrieller Nutzer befassen, werden nicht explizit berücksichtigt.
- Die Projekte sollten ein gewisses Innovationsniveau aufweisen, d.h. neue Technologien umsetzen, bereits bekannte Techniken neu kombinieren und vor allem aber auch planerisch – konzeptionell neue Wege gehen¹. Dies bedeutet dann auch, dass Projekte, in denen lediglich bereits bekannte „*easy choice*“-Technologien umgesetzt werden, nicht weiter analysiert werden. Dies gilt auch für Initiativen, in denen primär

1 Auf eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Techniken wird an dieser Stelle verzichtet; auf Komponenten wird hier nur soweit eingegangen, wie dies für das Verständnis der konkreten Projekte erforderlich sind. Einen Überblick über den aktuellen Stand alternativer Technologien liefert die im Rahmen von netWORKS entstandene Technikrecherche (Staben 2008).

die Realisierung ökonomischer Anreizsysteme im Mittelpunkt steht. Dies betrifft etwa neue Tarifsysteme, vor allem aber die große Palette der Projekte, bei denen neue Modelle des Ressourcenmanagement erprobt werden (*tradable water rights* etc.).

- In den ausgewählten Projekten sollte zumindest auch die Frage nach einer Neukonfiguration der Netzinfrastruktur mit aufgegriffen werden; entsprechend sollten sie sowohl semizentrale/dezentrale als auch zentrale Komponenten mit umfassen. Die dargestellten Beispiele sollen über die hinausgehen, in denen es lediglich auf der Seite der Verbraucher zu entsprechenden Veränderungen in der Nutzungsstruktur kommt, ohne dass sich die zugrunde liegenden öffentlichen Netzstrukturen wesentlich ändern.
- Die Vorhaben sollten mit öffentlich zugänglichen Quellen hinreichend gut dokumentiert sein; dies erklärt zum Teil auch den etwas eingeschränkten geografischen Fokus der vorliegenden Studie.

Beispiel	Land	Art	Wesentliche Elemente	Räumliche Ebene	Erfasste Sektoren
Thames Gateway	UK	Konkretes Vorhaben	Großräumiges Stadtplanungskonzept	Großräumig, regional orientiert	Alle Infrastruktursektoren
Leidsche Rijn	Niederlande	Konkretes Projekt	Alternative wasserwirtschaftliche Konzepte, doppelte Netze	Großräumig, Stadtteile	Wasser, Abwasser, Hochwasser, Niederschlagswasser
Zonneterp	Niederlande	Modellvorhaben; weitere Umsetzung	Kombination Energie- und wasserwirtschaftliche Konzepte	Eher kleinräumig, Quartiere	Energie, Wasser, Abwasser, Abfall
Lanxmeer	Niederlande	Konkretes Projekt	Integrierte wasserwirtschaftliche Konzepte	Großräumig; Stadtteile	Wasser, Abwasser, Hochwasser, Niederschlagswasser
Aurora Estate	AUS	Konkretes Vorhaben	Nachhaltige Stadtteilentwicklung, neue wasserwirtschaftliche Konzepte, neue Planungskonzepte	Großräumig; Stadtteil	Alle Infrastruktursektoren; Schwerpunkt: Wasserwirtschaft
Three Water Vision	Neuseeland	Modellprojekte, Planungsstadium	Wasserwirtschaftliche Planungskonzepte	Stadtteile, regional orientiert	Wasser, Abwasser, Entwässerung
Hammarby Sjöstad	Schweden	In Umsetzung	Nachhaltige Stadtteilentwicklung	Stadtteil	Wasser, Energie, Abfall, Abwasser, Verkehr
Fukuoka City	Japan	Realisiert	Integriertes Wassermanagement; doppelte Systeme; Abwasser-Recycling	Stadtebene (mehrere Stadtteile)	Wasser, Abwasser, Entwässerung

Die Realisierungschancen neuer Konzepte werden in der Praxis ganz wesentlich mit bestimmt von Standardsetzungen und begünstigenden politischen Vorgaben. Im vorliegen-

den Bericht werden drei aktuelle Ansätze vorgestellt, die Richtung für eine Transformation vorgeben und ihre Realisierung beschleunigen können. Die vorgestellten Beispiele sind alle britischen Ursprungs, in der einen oder anderen Form jedoch auch in anderen Industrieländern vorzufinden (The Commission for Environmental Cooperation (CEC) 2008; Saunders 2008; Environmental Law Institute 2008). Die Initiativen werden mit aufgenommen, da sie im Gegensatz zu vergleichbaren Vorhaben in anderen Ländern bereits jetzt ein bestimmtes Maß an Verbindlichkeit erreicht haben.

Konzept	Land	Ziel	Status
Strategic Direction Statement	UK	Langfristplanungen von Unternehmen detaillierte Ableitung und Darstellung zukünftiger Entwicklungstrends	Vorlage für Unternehmen verpflichtend; Ergebnisse fließen ein in die Preisregulierung
Codes for sustainable homes	UK	Standards und Normbildung	Differenzierte Standards für nachhaltige Stadtentwicklung; für Neubauten in der Zwischenzeit verpflichtend
Eco-town	UK	Stadtplanungskonzept; Modellprojekte	Planungskonzept; Umsetzung in ausgewählten Regionen auf der Basis nachhaltiger Stadtentwicklung und Infrastrukturpolitik

Im Folgenden werden diese Fallbeispiele etwas ausführlicher dokumentiert, bevor dann im nächsten Kapitel eine zusammenfassende Aus- und Bewertung dieser Beispiele erfolgt.

4.1 Regionale Entwicklungskonzepte: Thames Gateway

Während die infrastrukturelle Debatte in Deutschland in jüngster Zeit ganz maßgeblich durch Versuche des Infrastrukturrückbaus oder allgemeiner der Anpassung an eine reduzierte Nachfrage bestimmt wurde, stellt sich nach wie vor in verschiedenen europäischen und außereuropäischen Ländern die Herausforderung, für eine wachsende Nachfrage eine entsprechende infrastrukturelle Ver- und Entsorgung sicherzustellen. Unter sich grundlegend verändernden Rahmenbedingungen stellt sich dabei immer häufiger die Frage, ob diesen Herausforderungen mit den traditionellen angebotsorientierten Konzepten begegnet werden kann.

Ein interessantes Beispiel für einen neuen Infrastrukturansatz in wachsenden Regionen ist das Projekt *Thames Gateway*. Es gilt als das zurzeit größte Stadterneuerungsprojekt in Europa. Das Gebiet umfasst mehr als 10.000 Hektar und erstreckt sich auf einer Länge von 40 Meilen entlang der Themsemündung von den Londoner Docklands bis nach Southend in Essex und Sheerness in der Grafschaft Kent. Innerhalb dieses Gebietes leben rund 1,45 Mio. Einwohner. Für die Region hat die britische Regierung im Rahmen ihres *Sustainable Communities Plan* die Erschließung weiterer Wohnanlagen vorgesehen,

nach dem *Thames Gateway Interim Plan* sollen langfristig insgesamt 165.000 neue Wohnungen errichtet werden und über 180.000 neue Arbeitsplätze entstehen².

Als eine entscheidende Restriktion für die zukünftige regionale Entwicklung erweist sich dabei die Verfügbarkeit von Trinkwasserressourcen. Der Südwesten Großbritanniens zählt bereits jetzt zu den besonders betroffenen „*water stress regions*“. Nach allen vorliegenden Prognosen werden sich die Versorgungsengpässe hier allein schon infolge des Klimawandels weiter verschärfen.

Die in der Region geplanten Entwicklungsmaßnahmen und Bauprojekte erscheinen also nur dann realistisch, wenn parallel dazu eine nachhaltige Lösung der Wasserversorgung gefunden wird. Ansätze werden dabei vor allem auf der Nachfrageseite zu finden sein.

Die britische Regierung sieht vor diesem Hintergrund im Projekt *Thames Gateway* eine einmalige Chance für die Erprobung und Umsetzung neuer Modelle nachhaltiger Entwicklung (*eco region*) und hat eine Machbarkeitsstudie zu den technisch-ökonomischen Grundlagen eines *Demand Side Management*-Konzepts erarbeiten lassen (Butler/Herrington 2007; Department for Communities and Local Government 2007c; Environment Agency 2007a,b,c; Therivel u.a. 2006).

Das in der Studie (Environment Agency 2007e) vorgestellte Entwicklungskonzept basiert auf der Idee der „*water neutrality*“, die dann erreicht ist, „*if the total water use after new development was equal or less than the total water use in the Thames Gateway before the new development (in the baseline year of 2005/6)*“. Die im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführten *Business-as-usual*-Szenarien kommen zu dem Ergebnis, dass der Anstieg der Wassernachfrage fast ausschließlich auf die neuen Wohneinheiten zurückzuführen sein wird.

Eine „wasserneutrale“ Regionalentwicklung kann auf sehr unterschiedliche Art und Weise erreicht werden; die im Rahmen der Konzeptentwicklung erstellten Studien gehen im Detail auf einzelne Maßnahmen und Programme ein, analysieren die Effizienzpotenziale, nehmen Kosteneinschätzungen vor, definieren Zeitpfade und gehen auch auf die Bereitschaft der Verbraucher ein, neue Maßnahmen und Initiativen zu akzeptieren. Bei der Potenzialanalyse spielen Standards für nachhaltiges Bauen (*Codes for Sustainable Homes*) eine zentrale Rolle (siehe Kapitel 4.10) Die verschiedenen Maßnahmen lassen sich drei Kategorien zuordnen:

- Maßnahmen, die sich auf die Erhöhung der Wassereffizienz bei Neubauten beziehen,
- Nachrüstung des vorhanden Bestandes an Wohnungen und der sonstigen Gebäude mit wassersparenden Einrichtungen,
- Einführung von Wasserzählern in der Verbrauchsabrechnung und von neuen innovativen, variablen Preissystemen, mit denen eine effiziente Wassernutzung erreicht werden kann.

2 Zu Informationen über den Standort und das Projekt siehe Environment Agency (<http://www.environment-agency.gov.uk>); Thames Gateway (<http://www.thamesgateway.gov.uk/>) sowie Entec UK - Environmental and Engineering Consultancy (<http://www.entecuk.com>).

In der Studie werden insgesamt sieben verschiedene *scenario pathways* entwickelt, in denen die Maßnahmen in unterschiedlicher Weise und in unterschiedlichen Bereich (alter, neuer Wohnungsbestand) kombiniert werden, um so potenziell erreichbare Wassereinsparungen abschätzen zu können. In einem Szenario wird lediglich ein Drittel der erforderlichen Einsparungen erreicht, in fünf Szenarien kann das Ziel der Wasserneutralität erreicht werden, das fortschrittlichste Szenario „*beyond neutrality*“ kann eine zusätzliche Wassereinsparung gegenüber der Baseline von 20 Prozent erzielen (Environment Agency 2007f).

Bei den technischen Maßnahmen werden alle bekannten Verfahren zugrundegelegt, wobei eine Clusterung erfolgt nach dem Einsatzfeld (Neubau, Altbau) und der räumlichen Bezugsebene (Einzelgebäude; verschiedene räumliche Abgrenzungen). Beim Gebäudebestand werden bestimmte Techniken wie modernste Sanitärtechniken oder die Grauwassernutzung nicht berücksichtigt, da ihr Einsparpotenzial als zu unsicher gilt und nicht davon ausgegangen wird, dass diese Einspartechniken sich bis 2016 großräumig durchsetzen lassen. Vor allem im „*beyond neutrality*“-Szenario wird für Neubauten auch der Einsatz von Grau- und Regenwassernutzung angenommen. Vorteile einer umfassenden, die Ebene der einzelnen Haushalte überschreitenden Lösung werden vor allem auf der Kostenseite (*economies of scale*), sowie unter Management- und Qualitätssicherungsaspekten gesehen.

Die Kosten der Umsetzung der in den verschiedenen Szenarien enthaltenen Maßnahmenkombinationen sind nicht unbeträchtlich; die für die einzelnen Haushalte ermittelten Kostenbelastungen relativieren sich jedoch, wenn man die Kosten mit in Betracht zieht, die zwangsläufig für traditionelle Infrastrukturlösungen anfallen würden.

4.2 Leidsche Rijn

Ein interessantes Projekt, bei dem einige Komponenten umgesetzt wurden, die für das englische Projekt geplant sind, ist das Siedlungsvorhaben im niederländischen Leidsche Rijn. Das Projekt hat insofern auch internationale Aufmerksamkeit erregt, als es eines der Vorhaben nachhaltiger Wasserwirtschaft ist, das nach anfänglichen Erfolgen dann doch in einem ganz wesentlichen Punkt aufgegeben werden musste. Die Gründe liegen dabei weniger in der mangelnden Nachhaltigkeit als vielmehr in speziellen Umsetzungsproblemen.

Der neue Stadtteil Leidsche Rijn in der Nähe von Utrecht ist das größte Siedlungsvorhaben in den Niederlanden. Langfristig sollen auf einer Fläche von rund 2.100 Hektar etwa 30.000 Wohnungen für insgesamt 80.000 Einwohner entstehen. Zugleich sollen 40.000 Arbeitsplätze vor allem im höherwertigen Dienstleistungsgewerbe geschaffen werden. Der Standort gilt als sogenannte *VINEX location*, das heißt als raumplanerisch ausgewiesenes Wachstumsgebiet, dessen Erschließung bestimmten gestalterischen und architektonischen Anforderungen genügen muss und in denen verschiedene Optionen des nachhaltigen Bauens umgesetzt werden sollen. Im konkreten Fall wurde vor allem in der Größe des Areals die Möglichkeit gesehen, das Areal sukzessive zu erschließen und damit auch

gleichzeitig die Chance, sehr unterschiedliche architektonische und bauliche Lösungen zu realisieren (Vreeken u.a. 2003).

Der umfassende Masterplan Leidsche Rijn ist stark durch das Thema nachhaltige Entwicklung geprägt. Bei der Planung und Realisierung des Vorhaben soll strikt den Prinzipien nachhaltiger Entwicklung gefolgt werden (Wasserversorgung, Energiesparen, Fernwärmenetze, Entwässerungsstrategien); gestalterisch prägende Elemente des Raums sind Wasser, öffentliche Parks und Grünzüge.

Ein eigenständiger *Waterplan* konkretisiert die Nachhaltigkeitsvorgaben des Masterplans mit Blick auf die Wasserwirtschaft. Die Konzentration liegt dabei auf geschlossenen Wasserkreisläufen, Niederschlagswasserbewirtschaftung und der Koordination räumlicher und wasserwirtschaftlicher Planung. Als innovatives Element enthält der Masterplan die Errichtung eines doppelten Leitungssystems, über das Brauchwasser und Trinkwasser bereitgestellt werden kann³. In den frühen 1990er-Jahren startete die niederländische Regierung einige neue Initiativen im Bereich der Trinkwasserversorgung (Kiwa 2002). Ziel war es, Grundwasserentnahmen und die damit verbundenen Umweltbelastungen zu reduzieren. Eine Möglichkeit wurde dabei in der verstärkten Nutzung von Oberflächenwasser und in dem Aufbau eines zweiten Versorgungssystems parallel zum Trinkwassernetz gesehen, um darüber sogenanntes „*Huishoudwater*“ anbieten zu können. Mit diesem Begriff bezeichnet man Betriebswasser für bestimmte Gebrauchszwecke, für die keine Trinkwasserqualität notwendig wird. Leidsche Rijn war einer von insgesamt sechs Standorten für Pilotprojekte, die vom zuständigen Umweltministerium Ende der 90er-Jahre initiiert wurden. Im neuen Stadtteil Leidsche Rijn sollten insgesamt 30.000 Wohneinheiten an das System angeschlossen werden. Die Standortvorteile waren eindeutig: es handelt sich um ein Neubaugebiet, sodass der Aufbau eines zweiten Netzes bereits in einem frühen Stadium in die Planungen integriert werden konnte. In unmittelbarer Nähe stand zudem ein ausreichendes Wasserdargebot zur Verfügung. Die technische Systemauslegung entsprach den in anderen Standorten weltweit umgesetzten Standards.

Über eine Leitung wird Trinkwasser bereitgestellt, über die zweite Brauchwasser. Die Nutzung dieses *Huishoudwater* ist laut Gesetz (*Waterleidingbesluit*) nur für bestimmte Zwecke erlaubt (Toilette, Garten, Reinigung etc.). Die Leitungen weisen unterschiedliche Farben auf; technisch ist bzw. soll es nicht möglich sein bzw. nicht versehentlich möglich sein, trinkwasserverbrauchende Geräte an die Brauchwasserleitungen anzuschließen.

Das für die gesamte Versorgung des Stadtteils benötigte Wasser wird dem nahe liegenden Lek Canal entnommen, das Wasser wird über eine Leitung in die Dünenlandschaft der Provinz Nord-Holland geleitet und dort über Filtrationsprozesse als Trinkwasser aufbereitet. Vor dem Transport wird das Rohwasser vorbehandelt, um bio-chemikalische Veränderungen während des Transportsvorgangs zu verhindern. Das so vorbehandelte Wasser hat eine bessere Qualität als Oberflächenwasser, erreicht aber keine Trinkwasserqualität. Die Leitungen zwischen den Anlagen zur Vorbehandlung des entnommenen Oberflächenwassers und den Trinkwasseraufbereitungsanlagen in den Dünen verlaufen

3 Eine gute Übersicht über das Konzept an diesem Standort liefert die Arbeit von Rijke 2007.

in der Nähe des Standorts Leidsche Rijn; dort werden die erforderlichen Brauchwassermengen ausgekoppelt.

Dem Pilotvorhaben vorgeschaltet wurde eine Machbarkeitsstudie im Auftrag der Stadt Utrecht und des zuständigen regionalen Wasserunternehmens. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass die Wirtschaftlichkeit eines solchen Systems durchaus erreicht werden könnte, die genauen Umweltauswirkungen jedoch noch klärungsbedürftig sind. Bei der Entscheidung für das Projekt konnte man auf eine breite öffentliche Unterstützung vertrauen. Ein umfassender Partizipationsprozess der Bewohner hat jedoch nicht stattgefunden.

Nach Schaffung eines gesetzlichen Rahmens für die Versorgung mit Brauchwasser, erhielt das Projekt 1999 die endgültige ministerielle Zustimmung. Der Ausbau des doppelten Versorgungssystems durch das zuständige Wasserversorgungsunternehmen erfolgte parallel zur Entwicklung des gesamten Gebietes. Im Jahre 2002 waren bereits insgesamt 3.000 Wohneinheiten mit Brauchwasserinstallationen ausgestattet.

Im Dezember 2001 wurde nach Kundenbeschwerden entdeckt, dass rund 1.000 Wohnungen im Trinkwasserstrang mit belastetem Wasser versorgt wurden (E Coli). Die Verbraucher wurden angewiesen, das Wasser vor dem Gebrauch abzukochen. Die Leitungssysteme wurden gereinigt und bei anschließenden Drucktests wurde festgestellt, dass es entgegen den technischen Vorgaben doch über eine temporäre Schlauchverbindung einen unmittelbaren Kontakt zwischen den beiden unterschiedlichen Versorgungssystemen gab. Die Verbindung war ursprünglich installiert worden, um das Brauchwassernetz vor der Inbetriebnahme mit Trinkwasser zu spülen. Kurz darauf wurde zudem bekannt, dass ein Haushalt während der letzten 17 Monate jeweils Brauchwasser als Trinkwasser genutzt hatte. Auch in diesem Fall war es zu Querverbindungen zwischen den beiden Versorgungsnetzen gekommen. Nachdem weitere vier Häuser identifiziert werden konnten, in denen es ebenfalls zu derartigen Querverbindungen gekommen war, entschied sich das Versorgungsunternehmen nach Rücksprache mit dem Ministerium zum Abbruch des Versuchs und füllte auch das Brauchwassernetz mit Trinkwasser⁴.

Ganz offensichtlich waren Installationsfehler die unmittelbare Ursache. Die nach Bekanntwerden der Probleme durchgeführten Sicherheitsstudien verwiesen vor allem auf das mangelnde Qualitätsmanagement, das letztlich mitentscheidend war. So waren die technischen Risiken von Beginn an unterschätzt worden; die Bauüberwachung lag bei Personen, die das System konstruiert hatten, aber über keine praktischen Erfahrungen bei der Umsetzung verfügten. Allein eine unterschiedliche farbliche Gestaltung der Netze erschien im Nachhinein gesehen als nicht ausreichend, um unbeabsichtigte Zusammenschlüsse von Brauch- und Trinkwasserleitungen zu vermeiden. Ausreichende Tests im Hinblick auf die Funktionsfähigkeit des Systems und die Einhaltung aller Qualitätsvorgaben hatten nicht stattgefunden. Das Wasserversorgungsunternehmen hatte sich zur Si-

4 Nach Angaben der Gesundheitsämter litten schätzungsweise 200 Einwohner unter Beschwerden, ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den Erkrankungen und den Gesundheitsbeschwerden konnte jedoch nicht zweifelsfrei bestätigt werden, psychologische Ursachen wurden daher nicht vollständig ausgeschlossen.

cherung der Qualität und der Funktionsfähigkeit darauf verlassen, dass ein entsprechend qualifiziertes und zertifiziertes Unternehmen eingesetzt wurde.

Auch das System staatlicher Kontrolle wies erhebliche Defizite auf. Das für das Projekt zuständige *Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM)* erschien zu stark in den Entwicklungsprozess eingebunden. Es war weder ausreichend unternehmerisches Know-how vorhanden noch waren die Aufsichtsbehörden in der Lage, diese Lücke zu schließen und ihren Aufsichtsfunktionen nachzukommen.

Vor dem Hintergrund der Erfahrungen in der Leidschen Rijn erteilte im August 2003 der zuständige Parlamentarische Staatssekretär das Verbot einer Umsetzung von Doppelten-Leitungs-Systemen in größeren Maßstäben in den Niederlanden (Directoraat-Generaal Milieu 2003; WaterForum online 21 August 2003). Das Umweltministerium sah die mit dem System verbundenen Risiken als unakzeptabel hoch an. Gleichzeitig verwies es auf Studien, nach denen der mit dem Vorhaben verbundene ökologische Nutzen sehr begrenzt ist. Pro Haushalt und Jahr könnte der mit dem Aufbau der doppelten Versorgungsnetze in den Pilotprojekten verbundene Umweltnutzen lediglich die Umweltkosten einer 80 km langen Autofahrt kompensieren. Duale Wassersysteme sind jedoch nicht vollständig verboten (Oosterholt u.a. 2007); kleinere Anlagen z.B. in einzelnen Objekten sind erlaubt, wenn⁵.

- Regenwasser oder Grundwasser als Quelle genutzt wird,
- Brauchwasser lediglich für die Toilettenspülung genutzt wird und
- Risikovorgaben eingehalten werden können (konkret die 10–4-Regel: ein Infektionsrisiko von eins pro 10.000 Einwohner pro Jahr darf nicht überschritten werden).

Durch die ministerielle Entscheidung wurden zahlreiche Bauvorhaben mit doppelten Versorgungsnetzen gestoppt, in den Fällen, in denen die Netze schon vorhanden sind, wurden sie für die normale Trinkwasserversorgung genutzt. Die Brauchwasserversorgung stellt auch für die niederländischen Wasserversorgungsunternehmen ein neues Geschäftsfeld dar, auf dem man über relativ wenige Erfahrungen verfügt. Da das Umsatzvolumen hier noch relativ gering war, gab es von Seiten der Unternehmen kaum Widerspruch gegen den Ausstieg aus den Pilotprojekten. Auch andere, hier nicht unmittelbar involvierte Versorgungsunternehmen setzten die ministeriellen Vorgaben um und stoppten unverzüglich ihrerseits geplante Initiativen.

Forschung und Entwicklung solcher Systeme wurden weitgehend eingestellt, Chancen, das System zu verbessern, wurden nicht genutzt, und dies obwohl vor der Bekanntgabe der Unfälle, die an das System angeschlossenen Verbraucher durchaus zufrieden waren. In den Niederlanden hat sich infolgedessen eine gewisse Abneigung gegenüber solchen Systemen etabliert: „*It is still a taboo to talk about third pipe systems in the Netherlands*“ (Rijke 2007, S. 113)⁶. Die Erfahrungen in der Leidschen Rijn haben nach Einschätzung von Rijke nicht nur die Entwicklung einzelner Systeme gebremst, sondern wirken als Bar-

5 Siehe KIWA 2003 zu einer Übersicht über kleinräumig konzipierte und realisierte duale Systeme in den Niederlanden.

6 Die Entscheidung von VROM wird von vielen Experten auch im Nachhinein als überzogen angesehen, siehe WaterForum online, 22. September 2005.

riere, um überhaupt über neue Ansätze der Wasserversorgung nachzudenken. Diese Einschätzung muss jedoch bei Betrachtung zahlreicher anderer innovativer Konzepte, die von der niederländischen Wasserversorgern auch in Zusammenarbeit mit anderen relevanten Akteuren angestoßen wurden, möglicherweise relativiert werden. Die beiden nachfolgenden Beispiele mögen dies illustrieren.

4.3 Das Zonneterp-Konzept

Studien zur Nachhaltigkeit von Wasserver- und Abwasserentsorgungssystemen verweisen jeweils auf ihre besonders hohe Energieintensität, die ganz entscheidend nicht nur die ökologische, sondern zunehmend auch die ökonomische Tragfähigkeit negativ tangieren. Die Versorgungsunternehmen sind damit auch ein nicht unwichtiger Emittent klimarelevanter Gase; die Reduzierung des „*carbon footprint*“ ist daher zentraler Bestandteil der Nachhaltigkeitsstrategien vieler Unternehmen. Ganz grundsätzlich rückt damit auch der Zusammenhang von Wasser und Energie in den Mittelpunkt (DHI 2008).

Anreize für grundlegende strukturelle Veränderungen in der Wasserver- und Abwasserentsorgung gehen in den letzten Jahren vermehrt von den energie- und klimapolitischen Initiativen aus. Ein spezielles Beispiel in diesem Kontext ist das niederländische Zonneterp-Konzept in der Gewächshausindustrie. Die Branche zählt mit einem Exportvolumen von gegenwärtig rund sieben Mrd. Euro zu den weltweit leistungsfähigsten Anbietern für Blumen, Pflanzen und Gemüse. Sie ist gleichzeitig im besonderen Maße energieintensiv, bei einer Anbaufläche unter Glas von rund 15.000 Hektar entfallen allein ungefähr zehn Prozent des gesamten Erdgasverbrauchs des Landes auf diese Branche. Die Gewächshausindustrie ist daher seit langem führend bei der Suche nach und der Umsetzung von innovativen Technologien der effizienten Energienutzung. Das *Zonneterp*-Konzept will nicht nur die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduzieren, sondern gleichzeitig Gewächshäuser zu Energieanbietern machen, die private und gewerbliche Energieverbraucher im jeweiligen Umfeld versorgen. Diese unter dem Begriff *Greenhouse Villages* entwickelte Idee verbindet die nachhaltige Energiezeugung mit Anlagen dezentraler Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. (Mels u.a. 2005, 2006; Wortmann u.a. 2005; Andel u.a. 2003; de Wilt/Oei 2007)⁷.

Das Konzept basiert auf der Tatsache, dass Gewächshäuser während der Sommermonate mehr Energie aufnehmen, als sie für ihre eigene Produktion benötigen. Diese überschüssige Energie wird gespeichert und für die Produktion während der Wintermonate

7 Das Projekt wird maßgeblich mitgetragen vom InnovatieNetwerk, einer Organisation im Umfeld des niederländischen Landwirtschaftsministeriums. InnovatieNetwerk nennt als Aufgabe die Entwicklung von „radical new concepts in agriculture, agribusiness, food and rural areas and ensures that these are put into practice by interested parties. This involves innovations aimed at sustainable development with a longer-term focus.“ (<http://www.innovatienetwerk.org/en/organisatie>; Zugriff: 15.7.2008). Das Netzwerk hat in den letzten Jahren verschiedene Initiativen gestartet, die sich mit der räumlichen Verknüpfung von Funktionen städtischer und ländlicher Räume befassen. Neben Zonneterp gelten Agropolis (geschlossene Energie-, Abfall- und Wasserkreisläufe durch urbane Landwirtschaft) und das Konzept „Nieuwe nuts“ (autarke Lösungen) als wegweisend; vgl. Deelstra u.a. 2005, Oei 2006, Wortmann/Kruseman 2008; Wortmann u.a. 2008.

und für die Versorgung externer Energieverbraucher genutzt. Nach dem gegenwärtigen Stand der Technologie könnten mit zwei Hektar Gewächshausfläche etwa 200 Wohnungen mit Wärme versorgt werden.

Bei der technischen Auslegung sind vier Subsysteme zu unterscheiden, die aber jeweils wiederum eine enge Verbindung untereinander aufweisen. Neben dem energetischen Subsystem, dem Kohlenstoff- und einem eigenständigen Nährstoffkreislauf kommt innerhalb des Konzepts dem Wasserkreislauf eine wichtige verbindende Funktion zu. Die Abwässer aus den Haushalten werden in zwei unterschiedlichen Strömen erfasst:

- Grauwasser aus Dusche/Baden und aus der Küche,
- Schwarzwasser aus den Toiletten.

Das Schwarzwasser wird zu einem Faulbehälter zur Biogasproduktion geleitet; um die Größe des Behälters zu reduzieren, wird eine Vermischung der Schwarzwässer mit anderen Spülwasser soweit wie möglich vermieden. Zu diesem Zweck werden in den Wohnungen Vakuumtoiletten zum Einsatz gebracht, die lediglich pro Spülgang etwa einen Liter Wasser benötigen. Das Grauwasser wird in einem anaeroben Bioreaktor aufbereitet; vor der Bearbeitung werden die flüssigen Fraktionen aus dem Faulbehälter, in denen die Nährstoffe enthalten sind, mit dem Grauwasser vermischt. Das Wasser wird nach der Aufbereitung für die Bewässerung der Gewächshäuser genutzt. Die im Bioreaktor anfallenden Rückstände werden wiederum in den Faulbehälter verbracht. Das in den Gewächshäusern auftretende Kondenswasser ist von hoher Qualität und kann nach einigen weiteren Aufbereitungsschritten (Filtration, Zufügung von Kalk, Monitoring) zur Versorgung der angeschlossenen Haushalten genutzt werden. Ein geringer Teil des Bewässerungswassers wird abgeleitet, um die Salzkonzentration gering zu halten, d.h. das *Greenhouse Village* ist nur zu einem geringen Teil auf die Zufuhr von externem Wasser (Regenwasser) angewiesen.

Grundsätzlich stellt das Konzept eine energieautarke und damit besonders nachhaltige Lösung dar, nur geringfügige externe Wasserzuführungen werden benötigt. Anfallende Abwässer werden vor Ort erfasst und aufbereitet. Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe sind geschlossen. Aus ökonomischer Sicht erscheint eine Mindestgröße von zwei Hektar Gewächshausfläche notwendig zu sein. Für das Vorhaben sind zahlreiche Investitionen zu tätigen (geschlossene Gewächshäuser, Wärmetauscher, Aufbereitungsanlagen, Speicherung von Wärme in den Grundwasservorkommen etc.). Im Vergleich dazu setzt sich der Nutzen aus Einsparungen für Energie und Wasser und den eingesparten Aufbereitungs- und Transportkosten zusammen⁸. In der Praxis werden auch größere Einheiten realisiert werden können. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wird zurzeit für den Standort Zuidplaspolder ein Projekt aus 400 Hektar Gewächshäuser und 20.000 Wohnungen untersucht.

8 Die Erfahrungen mit den ersten energieproduzierenden Gewächshäusern sind überzeugend: der Einsatz fossiler Brennstoffe konnte fast vollständig abgebaut und die Erträge um bis zu 20 Prozent gesteigert werden.

Ein gewisser Abstand zwischen den Gewächshäusern und den Siedlungen reduziert die potenziellen Nutzen dieses Projektes, da Wärme unter Kostengesichtspunkten nur über Entfernungen von zwei bis drei Kilometern wirtschaftlich transportiert werden kann. Bei der Umsetzung praktischer Beispiele sind daher Ansätze der räumlichen und organisatorischen Integration mit in Betracht zu ziehen. Dies wirft natürlich die Frage auf, ob eine Integration derartiger Projekte in den städtischen Kontext überhaupt möglich ist und wie die Einstellung der Bewohner sein wird. Die Umsetzung des Konzepts erfordert eine enge Kooperation der Gewächshausbetreiber mit den relevanten Akteuren in der näheren Umgebung (Hauseigentümer, lokale Behörden etc.).

Das Konzept stößt gegenwärtig auf breite Zustimmung bei allen relevanten Akteuren (Agrarindustrie und ihre Organisationen, Gewächshausindustrie, Kommunal- und Regionalplanung), zumal technische Weiterentwicklungen erhebliche Kostensenkungspotenziale aufzeigen. Die Entwicklung neuer Gewächshausareale wird zunehmend unter dem Gesichtspunkt der Energienutzung gesehen, mehrere Kommunen haben durchgesetzt, dass innerhalb ihres Gebietes ein Ausbau der Gewächshausindustrie nur noch nach den Zonenerp-Prinzipien erfolgen darf.

4.4 Lanxmeer/Culemborg

Eines der erfolgreichen niederländischen Projekte ist das Siedlungsvorhaben Lanxmeer in der Gemeinde Culemborg, in dem ab Mitte der 90er-Jahre ein Konzept nachhaltiger Stadtentwicklung umgesetzt wurde. Das ursprünglich als Demonstrationsprojekt konzipierte Wohngebiet umfasst auf einer Fläche von rund zwölf Hektar etwa 250 Wohneinheiten und zusätzlich etwa 40.000 m² Büroflächen. Die ersten Häuser wurden 2000 errichtet, die Entwicklung des gesamten Areals war 2004 abgeschlossen⁹.

Im Rahmen des stark auf Partizipation ausgelegten Nachhaltigkeitskonzepts wurde der Wasserwirtschaft eine besondere Rolle zugewiesen. In einem fortgeschrittenen Planungsstadium befindet sich zurzeit ein Bildungszentrum für nachhaltiges Bauen, bei der Gestaltung des Gebäudekomplexes kommen moderne Nachhaltigkeitsansätze zur Anwendung. Das Gebäude wird über seine spezifischen internen Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen ganz eng und unmittelbar in die regionalen Material- und Energieflüsse eingebunden sein und soll hier neue Wege der Integration aufzeigen und erproben.

Das Vorhaben Lanxmeer entwickelte sich aus einer privaten Umweltschutzinitiative heraus, die 1994 in der Gründung einer Stiftung EVA mündete, die sich mit Themen wie Umweltschutz und nachhaltiger Entwicklung auseinandersetzt. Die Stiftung verfolgte von Beginn an das Ziel, ein Demonstrationsvorhaben für ein nachhaltiges Wohnen umzusetzen, und formulierte eine Reihe von Prinzipien, die der Realisierung eines Modellvorhabens zugrundegelegt werden sollten (Hegger 2007; Rijke 2007; van Timmeren/Sidler 2007):

⁹ Zu Informationen über das Projekt siehe: <http://duurzaam bouwen.senternovem.nl/projecten/eva-lanxmeer/>, <http://www.eva-lanxmeer.nl> und <http://www.eco-villages.com>.

- Erhaltung und Stärkung der bestehenden Landschaftselemente innerhalb des Gebietes,
- weitestgehend Schließung von Material- und Energiekreisläufen, natürliche Kreisläufe sollen so weit wie möglich sichtbar gemacht werden,
- Herstellung optimaler Verknüpfungen von Landschaft und Architektur,
- Implementierung von Ansätzen nachhaltigen Wassermanagements und nachhaltiger Energieversorgung im urbanen Raum,
- Schaffung von Bedingungen, unter denen Bürger bereit sind, sich für das Projekt zu engagieren,
- Beteiligung zukünftiger Nutzer und Einwohner an der Planung und Erhaltung der Wohngebiete.

Ein solchen Prinzipien folgendes Projekt sollte in einem größeren räumlichen Kontext umgesetzt werden; es sollte aufgezeigt werden, dass nachhaltige Entwicklung auch innerhalb von Wohngebieten realisierbar ist und nicht allein nur in Form isolierter Projekte und innerhalb von Gebäuden. Das Vorhaben sollte zusätzlich ganzheitlich orientiert sein und sich so auch von anderen Modellprojekten unterscheiden, in denen lediglich einzelne Nachhaltigkeitsbausteine wie etwa erneuerbare Energien im Vordergrund stehen. Die Standortsuche gestaltete sich nicht einfach, da zum damaligen Zeitpunkt derartige Public-Private-Partnership-Modelle nicht üblich waren, aber auch weil im konkreten Fall aufgrund einer Vielzahl noch laufender Nachhaltigkeitsprojekte die Entscheidung auf kommunaler Ebene nicht unstrittig war. Für die Umsetzung der Idee förderlich war der Druck, der von Entscheidungen der Provinzregierung ausging. Die Kommune hatte das ihr zustehende Kontingent an Wohnungsneubau bereits ausgeschöpft, sodass das Vorhaben lediglich als Pilotprojekt bewilligt werden konnte, aber innerhalb einer bestimmten Frist umgesetzt werden musste.

Das Wasser- und Abwassermanagement innerhalb des neu geschaffenen Wohngebietes ist eng mit dem gesamten Nachhaltigkeitskonzept der Region verknüpft. Wasserströme sollen soweit wie möglich von einander separiert werden, der Wasserverbrauch und damit auch die aufzubereitenden Wassermengen sollen reduziert und gleichzeitig die Wasserdienstleistungen auf die jeweiligen Nutzungen zugeschnitten werden (*fit-for-purpose*). Letzteres bedeutet etwa eine Bereitstellung unterschiedlicher Wasserqualitäten für unterschiedliche Verwendungszwecke.

Besondere Herausforderungen ergaben sich vor allem aus der unmittelbaren Nähe des Wohnviertels zu einem Trinkwasserschutzgebiet. Voraussetzung für das Bauvorhaben war die Entscheidung des Versorgungsunternehmens, tiefere und besser geschützte Grundwasservorkommen zu erschließen. Während der Bauphase wurde zudem durch zahlreiche Vorgaben sichergestellt, dass es zu keiner Beeinträchtigung der Grundwasserressourcen kommt.

Die Wasserversorgung des Gebietes Lanxmeer besteht aus unterschiedlichen Komponenten, die mit einander ein integriertes System bilden. Niederschläge von Dächern werden direkt in Retentionsbecken abgeleitet und Abflüsse von Straßen und sonstigen versiegelten Flächen in bepflanzten Mulden (*vegetated swale*) erfasst, über Filtrationsprozesse gelangt es von dort wieder in das Grundwasser. Grauwasser aus Waschmaschi-

nen, Duschen etc. wird über ein eigenes System erfasst und über Schilffilter (reedbed filter) gereinigt und dann erst in Oberflächengewässer außerhalb der Wasserschutzgebiete eingeleitet. Wasser aus Toiletten (Schwarzwasser) wird über ein herkömmliches Kanalisationsnetz abgeführt. In den ursprünglichen Planungen war die Errichtung einer Biogasanlage für die Erzeugung von Energie für das Bildungszentrum vorgesehen, ebenso die Errichtung einer auf biologischen Prozessen basierenden Wasseraufbereitungsanlage (Living Machine). Diese Planungen sind bislang noch nicht realisiert worden (de Vries 2006; van Timmeren/Tawil 2006). Ein zweites Versorgungsnetz wurde für die Bereitstellung von Wasser für Toilettenspülungen und Waschen errichtet. Anders als im Fall Leidsche Rijn ist jedoch die Versorgung mit Brauchwasser für außerhäusliche Nutzungen nicht vorgesehen, auch um zu verhindern, dass über Außenzapfstellen Wasser für Trinkwasserzwecke entnommen werden kann. Die beiden Wassernetze waren farblich unterschiedlich gestaltet; das Brauchwassernetz wurde jedoch zusätzlich mit einem niedrigeren Druck gefahren, um zu verhindern, dass es zu einem unbeabsichtigten Eindringen von Brauchwasser in das Trinkwassernetz kommen konnte. Als Quelle für das Brauchwasser wurde das Spülwasser aus der Grundwassergewinnung genutzt; wegen der geringen Belastung mit Eisen und Mangan ist die Qualität des Wassers besser als die von Grundwasser. Aufgrund der Erfahrungen mit vergleichbaren Ansätzen in der Leidschen Rijn und der darauf folgenden ministeriellen Vorgabe musste das Wasserversorgungsunternehmen jedoch die Brauchwasserversorgung einstellen.

Untersucht wurde auch die Möglichkeit der Errichtung eines zentralen Wärmeversorgungssystems im gesamten Gebiet. Vom Wasserversorgungsunternehmen sollte relativ warmes Grundwasser für die Wärmeversorgung der Wohnungen durch das gesamte Gebiet gepumpt werden. Das Unternehmen stand diesen Planungen zunächst jedoch eher ablehnend gegenüber. Trotz nachweislicher Wirtschaftlichkeit wurde das Projekt nicht weiter verfolgt, nach dem das Wasserversorgungsunternehmen infolge einer Fusion mit einem anderen Versorger entschied, sich in der Zukunft nur noch auf das Kerngeschäft zu konzentrieren, also auf die Produktion und Verteilung von Trinkwasser. Letztlich waren es insofern auch die eher ungünstigen Erfahrungen des Unternehmens auf anderen Geschäftsfeldern, die dazu führten, dass man Abstand von Aktivitäten im Bereich der Wärmeversorgung nahm.

Vor dem Hintergrund der Historie des Projekts stellt die Öffentlichkeitsbeteiligung einen zentralen Bestandteil des Konzepts dar, und zwar sowohl bei der Planung, bei der Umsetzung als auch bei der Bewirtschaftung gemeinsam nutzbarer Anlagen innerhalb des Gebietes. Einige ursprünglich vorgesehene Partizipationsprozesse konnten angesichts des zeitlichen Drucks, der von den Entscheidungen des Ministeriums ausging, nicht realisiert werden. Das Projekt basiert ganz wesentlich auch auf der Bereitschaft der Bewohner, sich auch an relativ weit reichende Auflagen zu halten. In der Anfangsphase gab es kaum Schwierigkeiten, Wohnungen zu verkaufen, im Laufe der Zeit nahm das Interesse jedoch ab. Unklar ist nach vorliegenden Untersuchungen, ob diese Änderungen mit den Nutzungsaufgaben in Verbindung gebracht werden können.

Das Projekt ist wegen seines Demonstrationscharakters und seiner innovativen Bausteine mehrfach analysiert worden, wobei sowohl begünstigende als auch hemmende Faktoren

identifiziert werden konnten. Die Einordnung des Vorhabens als Demonstrationsprojekt gehört mit Abstand zu den wichtigsten Faktoren, die die Umsetzung förderten. Das Vorhaben passte sich nahtlos ein in zahlreiche Nachhaltigkeitsinitiativen auf nationaler und europäischer Ebene. Nicht unwesentlich für die Unterstützung des Projekts waren einige Hochwasserereignisse in der Region, die die Notwendigkeit neuerer Ansätze im Wassermanagement belegten. Den beteiligten Akteuren war der Demonstrationscharakter der Anlage bekannt, und sie akzeptierten daher auch höhere Kosten und Risiken. Die Kommune musste z.B. höhere Kosten für Infrastruktur, aber auch in Form von potenziellen Einnahmenverlusten tragen. Die Provinzregierung akzeptierte auf der anderen Seite mehr Wohneinheiten als dies der Gemeinde nach den ursprünglichen Planungen überhaupt zugestanden worden war.

Die verschiedenen Stakeholder verpflichteten sich zudem zur Einhaltung bestimmter Standards und zur Übernahme bestimmter Leistungen; diese Selbstverpflichtungen führten dazu, dass das Projekt insgesamt relativ flexible Organisationsstrukturen aufweist. Die Einwohner sind in der Regel stolz auf ihr Projekt und zeigen dies auch in ihrem engagierten Verhalten. Eine wichtige Rolle spielt jedoch nach wie vor die Stiftung, der es gelang, die Voraussetzungen für das Projekt zu schaffen, die Interessen der Akteure zu bündeln und sich auf allen Ebenen der Projektumsetzung zu engagieren.

Das Vorhaben ist durch besondere kooperative und partizipative Elemente gekennzeichnet, dennoch sind auch individuelle ökonomische Interessen zu berücksichtigen: Bestimmte wasserwirtschaftliche Maßnahmen fallen in den Verantwortungsbereich der *waterschappen*, sie haben jedoch die Übernahme dieser Systeme in Lanxmeer abgelehnt. Diese für die Abwasserentsorgung zuständigen Organisationen plädierten eher für traditionelle Lösungen, die kostengünstiger zu unterhalten und zu bewirtschaften sind. Sie stimmten jedoch letztlich einer Finanzierungsbeitragung zu, da das Lanxmeer-Areal integraler Bestandteil des regionalen Wassersystems bleibt.

Nach Angaben der Kommune sind die Kosten der Entwicklung eines solchen „nachhaltigen“ Gebietes im Vergleich zu einer Standardlösung eindeutig höher. Negativ bemerkbar machte sich hier vor allem die geringe Siedlungsdichte (15 Wohneinheiten pro Hektar). Diese Kostenüberlegungen blieben jedoch letztlich ohne Konsequenzen, da es sich um ein Demonstrationsvorhaben handelte und die Kommune von daher mit höheren Kosten rechnete.

4.5 Aurora Estate

Zahlreiche innovative Konzepte im Bereich der städtischen Wasserwirtschaft werden auf dem australischen Kontinent umgesetzt. Die australische Wasserwirtschaft sieht sich vor allem vor dem Hintergrund klimatischer Veränderungen mit besonderen Herausforderungen konfrontiert. Die Sicherung einer ausreichenden Wasserversorgung ist zu einem ganz zentralen Punkt auf der politischen Agenda geworden. In den letzten Jahren sind vor allem verstärkt alternative Ver- und Entsorgungsoptionen entwickelt und umgesetzt worden. Bekannte und hinreichend dokumentierte Fallbeispiele stammen vor allem aus den großen Städten des Landes wie Sydney, Adelaide oder Melbourne (Marsden Jacob

Associates 2006a, b; Keremane/McKay 2007; Hamnett 2005; Department of Water, Land and Biodiversity Conservation u.a. 2005). Insbesondere der Bundesstaat Victoria mit Melbourne als Hauptstadt wird schon seit fast zehn Jahren immer wieder von Trockenperioden heimgesucht. Nutzungseinschränkungen in der Trinkwasserversorgung zählen daher zum Alltag. Der Verknappung des Wasserdargebots steht innerhalb der Metropolregion Melbourne ein Nachfrageanstieg infolge des Bevölkerungswachstums, der Zunahme des spezifischen Haushaltswasserverbrauchs und einer weiterhin hohen Wassernachfrage der Industrie gegenüber (Howe u.a. 2005; Grant 2006).

In der „*Sustainable Water Strategy for the Central Region*“ wird für die gesamte Region Melbourne daher bis 2055 unter Status-quo-Bedingungen ein ganz erheblicher Fehlbedarf prognostiziert. In einem von der Regierung des Bundesstaates vorgelegten *Government White Paper* wird eine Strategie skizziert, mit der auf diese Herausforderungen reagiert werden soll. Festgehalten sind unter anderem die folgenden Punkte:

- Quantitative Zielvorgaben für die Reduktion des spezifischen Wasserverbrauchs; erreicht werden soll dies über diverse Maßnahmen innerhalb der Wohnhäuser bzw. im Außenbereich (Nutzung von Regenwasser, Grauwasser).
- Industriell-gewerbliche Großverbraucher haben Pläne vorzulegen, in denen sie Einsparziele formulieren und entsprechende Schritte vorgeben.
- Alternative Wasserquellen als Ergänzung zur herkömmlichen Wasserversorgung sollen soweit wie möglich ausgeschöpft werden. Der Strategieplan setzt in diesem Zusammenhang konkrete Recyclingraten: 20 Prozent des gesamten Abwassers aus Industrie, Landwirtschaft und Haushalte sollen bis zum Jahre 2010 wieder verwendet werden.
- Mehr im Sinne einer klassischen Angebotserweiterung sind die Pläne für den Aufbau großer Meereswasserentsalzungsanlagen zu sehen.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil der wasserwirtschaftlichen Strategie ist die sogenannte *Clause 56: Residential Subdivisions*, die mit Blick auf die Niederschlagswasserbewirtschaftung Ansätze des *Water Sensitive Urban Design (WSUD)* bei der Erschließung von Neubaugebieten verpflichtend macht (Lloyd u.a. 2002). Dieser, alle Elemente des städtischen Wasserzyklus umfassende Ansatz reflektiert eine Art Paradigmenwechsel in der Planung, da nunmehr Fragen des Infrastruktur- und des Wassermanagements bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt in die Siedlungsplanungen einbezogen werden. Konkrete Zielsetzungen sind:

- Reduktion der Trinkwassernachfrage durch effiziente Wassernutzungsanlagen, Regenwasser- und Grauwassernutzung,
- Minimierung der Erzeugung von Abwasser und Aufbereitung von Abwasser zu einem Standard, auf dem es dann weiterverwendet werden kann,
- Behandlung und Aufbereitung von Niederschlagswasser,
- Maßnahmen zur Sicherung des hydrologischen Wasserzyklus auf der Ebene von Einzugsgebieten.

Aus diesen Zielsetzungen werden wesentliche Planungsprinzipien abgeleitet:

- Rückhaltung und nicht die schnelle Ableitung von Niederschlagswasser,
- Nutzung von Niederschlagswasser als Ressource,
- Nutzung der Vegetation als Filter,
- wassereffiziente Landschaftsplanungen,
- Schutz von wasserbezogenen Umweltnutzen, kulturellen Werten und Freizeitnutzen,
- örtliche Wassergewinnung für unterschiedliche Nutzungszwecke,
- lokale Abwasserbehandlungssysteme.

Im Großraum Melbourne sind in den letzten Jahren mehrere Projekte geplant bzw. realisiert worden, in denen diese Planungsprinzipien zur Anwendung kommen und neue Ver- und Entsorgungsoptionen umgesetzt werden. Ein bekanntes Beispiel ist *Aurora Estate*, ein 650 Hektar großes Wohnviertel für insgesamt 10.000 Wohneinheiten rund 20 Kilometer von der City of Melbourne entfernt (Rijke 2007; Van Roon 2007). Das Projekt ist als Demonstrationsvorhaben für nachhaltige Stadtplanung initiiert: eine hohe Nutzungsdichte an bestimmten ausgewählten Knotenpunkten bei gleichzeitig hohem Anteil von Freiflächen, energieeffiziente Gebäude, Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs, hochwertige soziale und Informationsinfrastrukturen sowie unterschiedliche Ansätze des *water sensitive design* sind Bestandteile dieses Stadtentwicklungskonzepts.

Bei der Festlegung des Standortes für dieses Vorhaben spielten verschiedene Argumente eine Rolle; so bestand ein direkter Anschluss an das öffentlichen Transportnetz, das Gelände wies nur eine geringe Umweltqualität auf und die Flächen waren relativ günstig zu erwerben. Da das Areal infrastrukturell nicht erschlossen war, konnten unterschiedliche Optionen für die Ver- und Entsorgung geprüft werden. Ein Abwassersystem, über das gleichzeitig auch wieder aufbereitetes Wasser für außerhäusliche Nutzungen und für Toilettenspülungen bereitgestellt werden konnte, erschien unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten als die sinnvollste Lösung. Bei dieser Entscheidung spielten erstmals auch die externen Kosten eine Rolle, d.h. es wurden explizit die Umweltkosten thematisiert, die bei einer klassischen Ver- und Entsorgungslösung auftreten würden. Die für den Standort formulierten Ziele des *water sensitive urban design* orientieren sich weitestgehend an bekannten Standards:

- Minimierung der Wassermengen, die in das Gebiet importiert werden müssen,
- Minimierung der Abwassermengen, die im Gebiet entstehen,
- Maximierung der Menge des recycelten Abwassers,
- Maximierung der Mengen an genutzten Regenwasser und Nutzung für solche Zwecke, für die recyceltes Abwasser nicht in Frage kommt,
- Minimierung der Gewässerbelastungen infolge der Ableitung von Regenwasser aus dem Gebiet.

Eine im Jahr 2006 von allen beteiligten staatlichen und privaten Organisationen und Akteuren unterzeichnete Nachhaltigkeitsverpflichtung sieht im Einzelnen das folgende Konzept vor:

- Eine überdurchschnittlich hohe Siedlungsdichte („Compact City“).

- Eine konsequente Anwendung des water sensitive urban design mit Nachfragemanagement, Abwasseraufbereitung zur Wiedernutzung sowie der Aufbereitung und Nutzung von Regenwasser. Ein mit unterschiedlichen Szenarien arbeitendes Wassermodell Aquacycle erlaubt mit einer sehr hohen zeitlichen Auflösung die Erstellung eines sehr detaillierten Bilanzmodells mit Zu- und Abflüssen, Verdunstung, Infiltration und Verbrauch. Das Modell weist auch nach, in welchem Umfang die Trinkwassernachfrage durch recyceltes Wasser oder Regenwasser substituiert werden kann. Die Substitutionspotenziale und die Reduktion der Nachfrage führen zusammen zu einem Trinkwasserbedarf, der um über 70 Prozent unterhalb des Bedarfs bei konventionellen Lösungen liegt. Nach vorläufigen Schätzungen würde der Trinkwasserbedarf bei einer konventionellen Lösung etwa 300 Prozent der derzeit verfügbaren Angebotsmengen ausmachen.
- Die Versorgung mit aufbereitetem Abwasser erfolgt über ein zweites Versorgungsnetz; dabei wird das aufbereitete Wasser unmittelbar auf dem Areal selbst gewonnen und vorbehandelt. Das Abwasser wird in einer Kläranlage auf eine bestimmte Qualität aufbereitet, in Reservoirs zwischengespeichert und dann in einer zweiten Stufe weiter aufbereitet. Dieses Wasser ist dann geeignet für *outdoor uses* und für Toilettenspülung. Durch die Möglichkeit der Speicherung ist eine gleichmäßige Versorgung über das Jahr hinweg gewährleistet.
- Jeweils unmittelbar neben dem Anschluss an das zweite Versorgungsnetz, erfolgt die Anbindung an die Regenwassertanks; sie sind unterirdisch angebracht und verringern das Ausmaß der Flächenversiegelung. Regenwassernutzung ist in Australien eine gut erprobte Technologie¹⁰ und wurde bislang schwerpunktmäßig in ländlichen Räumen eingesetzt.
- Die Behandlung und Bewirtschaftung der Niederschlagswasser folgte innerhalb des Areals weitestgehend den water sensitive urban design Prinzipien.

Bei der Planung und Umsetzung erwiesen sich einige Faktoren und Rahmenbedingungen als besonders förderlich. Vor dem Hintergrund der prekären und sich verschärfenden Ressourcenlage ist eine politische Unterstützung auf jeden Fall gegeben. Nicht unwesentlich war dabei auch die gemeinsam erarbeitete und verabschiedete Verpflichtungserklärung aller Akteure auf die Einhaltung von Nachhaltigkeitsprinzipien.

Auch die Bedingungen am konkreten Standort begünstigten die Realisierung eines alternativen Konzepts, so etwa die fehlende interne infrastrukturelle Erschließung bei gleichzeitig günstiger Lage zu den Hauptverkehrsstrassen. Die Größe des Gebietes hat zudem den Vorteil, dass die Kosten eines zweiten Versorgungsnetzes auf viele Wohneinheiten umgelegt werden können. Eine Expansion des Viertels ist nicht ausgeschlossen, was von den zuständigen Wasserunternehmen mit Blick auf neue Absatzmöglichkeiten durchaus positiv gesehen würde. Das Projekt eindeutig mit begünstigt hat der Umstand, dass erst-

¹⁰ Es gibt daher in Australien zahlreiche Regulierungen und Guidelines für den Einsatz dieser Technologien: Marsden Jacob Associates 2006.

mals auch Umweltkosten explizit berücksichtigt wurden und damit die Entscheidung zwischen technischen Optionen mit beeinflussten.

Öffentlichkeit und auch die potenziellen Bewohner wurden frühzeitig und umfassend über die einzelnen Technikvarianten und die damit verbundenen Risiken informiert, sodass anfänglich durchaus vorhandene Skepsis und Ablehnung überwunden werden konnten. Das zuständige Wasserversorgungsunternehmen hat eine sehr umfassende Risikoanalyse durchgeführt, um darauf aufbauend geeignete Maßnahmen zu ergreifen und Risiken zu vermeiden, die vor allem im Zusammenhang mit der Nutzung von recyceltem Abwasser auftreten können. Auch diese Schritte wurden frühzeitig und umfassend kommuniziert.

Dennoch erweist sich nach Ansicht von Experten die Akzeptanz alternativer Ver- und Entsorgungskonzepte durch Konsumenten und Öffentlichkeit als eine nach wie vor nicht zu unterschätzende Herausforderung (Jeffrey 2008; Po u.a. 2004; Nancarrow u.a. 2007; US Environmental Protection Agency 2004). Von weitaus größerer Relevanz erscheint jedoch das Problem der Systemkosten bzw. der Allokation der Kosten. Die Wasserunternehmen standen dem Vorhaben zunächst eher ablehnend gegenüber, da sie im Rückbau der eigentlichen Trinkwasserversorgung für sich die Gefahr von Umsatz- und Gewinneinbrüchen und in der Wiederaufbereitung von Abwasser nicht ihre Kernaufgabe sahen. Erst auf Druck der staatlichen Regulierung erklärten sie sich bereit, zusätzliche Infrastrukturinvestitionen zu übernehmen. Als hinderlich erwies sich auch der Umstand, dass die externen Kosten unter dem gegenwärtigen Kostenregime nur unvollständig in das unternehmerische Rechnungswesen integriert werden konnten. In diesem Zusammenhang wird auch auf die sehr fragmentierte Struktur des Wassersektors hingewiesen, die einer integrierten Ressourcenbewirtschaftung entgegensteht. Als Herausforderung für die Zukunft wird daher die Entwicklung eines umfassenden Wirtschaftsmodells gesehen, das eine Erfassung und Allokation aller Kosten und Nutzen dieses Systems ermöglicht. So wurde auch die Frage thematisiert, ob und in welchem Umfang die Einwohner der Stadt Melbourne sich an den Kosten beteiligen sollten, da sie von den positiven externen Effekten profitieren (verbesserte Umweltqualität, reduzierter Wettbewerbs um knappe Ressourcen und damit weniger Druck auf die Wasserpreise).

Verschiedentlich findet sich in den Projektbewertungen der Hinweis, dass auch der Umfang der freien Flächen innerhalb des Areals für die Realisierung von Ansätzen des *water sensitive urban design* nicht ausreicht. Dies bleibt im Rahmen eines langfristigen Monitoring zu prüfen.

4.6 Three Waters Vision (Neuseeland)

Neuseeland war zumindest in Vergangenheit nicht unbedingt führend bei der Umsetzung von alternativen Konzepten in der Wasserwirtschaft. Die Bevölkerungsdichte ist relativ gering, und es gab lange Zeit keine Anzeichen für ernsthafte Versorgungsprobleme. Ein starkes Bevölkerungswachstum in großen Städten, steigende Infrastrukturkosten, zunehmende Ansprüche an die Wasserressourcen durch Energie- und Landwirtschaft, aber auch ein zunehmendes Interesse an Konzepten nachhaltiger Stadtentwicklung haben jedoch in den letzten Jahren zu einer Vielzahl von Initiativen und Programmen auf nationa-

ler, aber auch lokaler Ebene geführt. Im Hintergrund stehen dabei natürlich auch die klimabedingten neuen Herausforderungen (Ministry for the Environment 2004, 2006). Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktursektoren und mögliche Adaptionsstrategien stehen im Mittelpunkt des CLINZI-Projekt¹¹. Zwar wurde in Fallstudien darauf verwiesen, dass die unmittelbaren Auswirkungen auf die Wasserversorgung moderat bleiben, die Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit des Versorgungssystems sich jedoch insgesamt verringert, weil über Veränderungen der Wasserbilanz die Handlungsspielräume nun doch enger werden (Jollands u.a. 2007; Ruth u.a. 2007).

Die staatliche Politik hat diese Herausforderungen erkannt und das Thema Nachhaltigkeit allgemein und nachhaltige Wasserwirtschaft im Besonderen in zahlreichen Studien und auch öffentlichen Dokumenten und Strategiepapieren aufgegriffen¹². Neuseeland hat sich laut Regierungsbeschluss aus dem Jahr 2007 das ehrgeizige Ziel gesetzt, zum nachhaltigsten Land der Welt zu werden. Bei den verschiedenen Wasserinitiativen stehen Maßnahmen zur effizienten Wassernutzung, zur Umsetzung neuer Ver- und Entsorgungstechnologien¹³, aber auch Konzepte zur Integration von wasserwirtschaftlichen Infrastrukturplanungen in die Stadt- und Siedlungsplanung im Mittelpunkt (Chapman u.a. 2003; Clough u.a. 2004; Van Roon 2007).

Mit diesen letzteren Planungsansätzen, die unter dem Stichwort des „*Low impact urban design and development (LIUUD)*“ firmieren, sollen die negativen Effekte einer konventionellen städtischen Entwicklung vermieden werden (NAHB Research Center Inc. 2003). Die auf eher kleinräumiger Ebene umgesetzten LIUUD Ansätze fassen alle Instrumente und Maßnahmen zusammen, die Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Entwässerung gleichermaßen planerisch-konzeptionell angehen. Übergeordnetes Ziel ist dabei die Bewirtschaftung des Wasserkreislaufs auf lokaler Ebene, um somit den Druck auf Wasserressourcen und allgemein Umweltbelastungen durch die Ressourcennutzung zu minimieren (van Roon u.a. 2005).

Entsprechende Planungsprinzipien werden in verschiedenen neuseeländischen Städten und Kommunen auch in sehr praktischen Projekten umgesetzt (Ministry for the Environment 2006). Das Auckland Regional Council hat entsprechende Richtlinien für die Erschließung neuer Siedlungsgebiete erlassen und in dem Zusammenhang auch klare quantitative Vorgaben gemacht.

Ein interessantes Beispiel ist das gemeinsam von regionalen Wasser- und Abwasserunternehmen, Netzbetreibern und dem Auckland Regional Council (Watercare Services Limited 2005) entwickelte *Three Waters Vision*. Der Titel dieser Vision ist insofern Programm, als sich das Konzept gleichermaßen auf alle Bestandteile des Wasserkreislaufs,

11 CLINZI: Climate's Long-Term Impact on New Zealand Infrastructure; siehe The New Zealand Centre for Ecological Economics Overview (2006).

12 Wakim (2004) thematisiert als einer der wenigen auch die Übergangsprobleme von alte auf neue, nachhaltigere Systeme der Wasserver- und der Abwasserentsorgung.

13 Mittels Life cycle Ansätzen vergleichen Mithraratne/Vale (2007a, b) am Beispiel Aucklands unterschiedliche Technikoptionen miteinander. Die Untersuchungen beschränken sich auch in diesem Fall auf greenfield-Lösungen und thematisieren keine neuen Optionen im Bestand.

d.h. Wasser, Abwasser und Entwässerung bezieht. Hintergrund des Konzepts sind die neuen Herausforderungen, denen sich die Wasserwirtschaft vor Ort gegenüber sieht:

- Verdopplung der Bevölkerung bis 2050,
- hoher Investitionsbedarf für die Sanierung und Ausbau der Infrastruktur,
- Gefahr einer deutlichen Verschlechterung der regionalen Wasserqualität unter Status-quo-Bedingungen,
- wachsende gesellschaftliche Ansprüche an die Umweltqualität,
- Notwendigkeit neuer Technologien zur Verbesserung der Versorgungsqualität.

Die darauf aufbauende Nachhaltigkeitsstrategie hat folgende Punkte in den Vordergrund gerückt:

- Integrative Betrachtung und Management aller Ressourcen (Land, Wasser, Luft etc.),
- gemeinsame Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer, sozialer und kultureller Ziele,
- Abfallvermeidung und Minimierung der Abfallentstehung an der Quelle, Wiedernutzung und Recycling,
- Minimierung des Energieeinsatzes,
- Erhöhung der Wassernutzungseffizienz
- Erschließung neuer Wasserquellen auch durch die Implementierung von Konzepten der Wiedernutzung von Abwasser und Regenwasser,
- Entwicklung kooperativer Ansätze und
- Stärkung von Langfristplanungen.

Das *Three Waters Vision Project* besteht aus mehreren Bausteinen, die zwischen 2004 und 2007 entwickelt und in einem Partizipationsprozess abgestimmt wurden:

- *The Three Waters Vision*: Ein Dokument, das eine Art Selbstverpflichtung der regionalen Wasserindustrie auf nachhaltige Praktiken enthält. Das Dokument berücksichtigt Positionen der relevanten Stakeholder in der Region und kann an veränderte Verhältnisse angepasst werden.
- *Scenario – Auckland Region’s Needs in 2050*: Hier erfolgt eine Abschätzung der zukünftigen Bedarfsentwicklung in der Region. Berücksichtigung finden dabei die absehbare Siedlungsentwicklung, die Bevölkerungsentwicklung und deren regionale Verteilung sowie die veränderten Umweltbedingungen und gesellschaftlichen Ansprüche.
- *Scenario – The Water Industry in 2050*: Einschätzung der Position der Wasserindustrie im Jahre 2050; dabei spielen zahlreiche Faktoren eine Rolle wie die nationale, regionale und lokale Regulierung; Erwartungen der Konsumenten mit Blick auf Niveau und Qualität der Versorgung sowie des noch akzeptablen Preises, das Niveau des technischen Fortschritts sowie Annahmen über kritische Ereignisse, wie etwa die Reduzierung der verfügbaren Wasservorkommen infolge klimatischer Veränderungen.
- *Three Waters Strategic Plan for the Auckland Region 2050*: Der letzte Schritt baut auf den ersten drei Bausteinen auf. Der Strategieplan soll dabei den Rahmen setzen für spezifische Masterpläne für Wasser, Schmutzwasser und Niederschlagswasser. Die Pläne sind hinreichend konkret, für die notwendigen Maßnahmen werden Zielvorga-

ben und Zuständigkeiten benannt, aber auch Dringlichkeiten bestimmt (Watercare Services Limited 2006, S.13 ff.).

Die neuseeländischen Erfahrungen sind vor dem Hintergrund vergleichsweise moderater klimatischer Entwicklungen zu sehen. Verglichen mit Großbritannien, Teilen der USA oder auch Australiens begünstigen hier weniger Triebkräfte einen frühzeitigen Transformationsprozess. Die Überlegungen in Richtung auf eine nachhaltige Infrastrukturentwicklung basieren auf einigen Grundlagenstudien, sind eingebunden in eine umfassende Strategie der staatlichen Nachhaltigkeitspolitik und gewinnen daraus auch an Zustimmung. In zahlreichen Arbeiten wird das grundsätzliche Problem eines Paradigmenwechsels, d.h. auch der Übergang von einer Technologie auf eine andere thematisiert. Abgeleitet wird daraus zunächst vor allem die Notwendigkeit einer sukzessiven Adaption der vorhandenen Systeme an sich verändernde Rahmenbedingungen.

4.7 Hammarby Sjöstad, Stockholm

Hammarby Sjöstad in Stockholm zählt mit zu den größten Stadterneuerungsprojekten in Europa. Das Projekt hat nicht nur aufgrund seiner exponierten Lage, seiner Größe und Investitionsvolumens besondere internationale Aufmerksamkeit erregt, sondern vor allem wegen des hier umgesetzten expliziten Nachhaltigkeitsansatzes¹⁴. Auf dem innerstadt- und hafennahen Areal sollen auf etwa 200 Hektar neben rund 11.000 Wohneinheiten für 25.000 Einwohner gleichzeitig etwa 200.000 m² Büroflächen entstehen¹⁵. Nach einem Vorlauf von zehn bis 15 Jahren begann die Umsetzung des Vorhabens im Jahre 1997. Die Fertigstellung des Projekts mit einem Investitionsvolumen von rund 3,5 Mrd. Euro ist für das Jahr 2016 anvisiert.

Das Areal, seit dem frühen 20. Jahrhundert insbesondere durch Hafen- und Industrienutzungen gekennzeichnet, präsentierte sich zu Beginn der 1990er-Jahre zwar nicht unbedingt als klassische Industriebrache mit hohen Leerständen, die Entwicklungsperspektiven als Industrie- und Gewerbestandort waren jedoch eher ungünstig (Verkehrerschließung, Umweltbelastungen). Erste Pläne für die Erschließung dieses Gebietes als Wohnviertel waren vor dem Hintergrund einer wachsenden Wohnraumnachfrage zu sehen, sie wurden gleichzeitig begünstigt durch die städtebauliche Strategie, mittels einer Nachverdichtung den Suburbanisierungstendenzen in der Metropolregion Stockholm zu begegnen. Die entscheidenden Impulse für die Realisierung des Vorhabens gingen jedoch von der Bewerbung Stockholms als Austragungsort für die Olympischen Spiele 2004 aus. Hammarby Sjöstad war dabei als Standort für das Olympische Dorf vorgesehen. Obwohl die Initiative Stockholms erfolglos blieb, wurden die städtebaulichen Planungen für dieses Areal fortgesetzt (Fränne 2007; Fryxell 2004; Svane 2007; Mayer 2006).

14 Siehe beispielhaft: <http://www.energie-cites.eu>, <http://www.urbandesigncompendium.co.uk/> sowie sehr ausführlich <http://www.cabe.org.uk>.

15 Zur Beschreibung des Standortes und des Entwicklungskonzepts siehe <http://www.hammarbysjostad.se> sowie <http://www.stockholm.se>.

Mit entscheidend für die konzeptionelle Ausgestaltung war die kommunalpolitische Konstellation: ein rot-grün dominiertes Stadtparlament stützte das Projekt und forderte eine ganz explizite ökologische Ausrichtung. In diese Nachhaltigkeitsplanungen waren private Entwicklungsträger bereits sehr früh eingebunden, so dass es nach einem politischen Wechsel Ende der 1990er-Jahre zwar zu gewissen Anpassungen, aber keinen grundlegenden Änderungen im Konzept kam.

Das unter dem Begriff des „Hammarby Model“ bekannt gewordene *eco cycle-Konzept* basiert auf unterschiedlichen, miteinander vernetzten Stoffstromkreisläufen (Fränne 2007; GlashusEtt 2007a, b), die nach Möglichkeit lokal geschlossen werden. Wasser gilt als prägendes Element des gesamten Konzepts, das jedoch zahlreiche weitere Nachhaltigkeitsmodule umfasst. Mit dem in Hammarby Sjöstad propagierten Vorhaben soll dokumentiert werden, dass eine unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten sinnvolle Integration der verschiedenen technischen Ver- und Entsorgungssysteme auch praktisch umsetzbar ist. Die übergeordnete Zielsetzung des Konzepts lautet: „*twice as good as the norm*“. Dies gilt sowohl für die Ressourceneffizienz als auch mit Blick auf die Umweltbelastungen. Neben Ansätzen im Bereich Flächennutzung, Bodenmanagement und Transport sind im Rahmen des Konzepts vor allem die energie-, abfall- und wasserwirtschaftlichen Bausteine von besonderer Relevanz.

Das Energiekonzept des Viertels besteht aus Elementen wie energieeffizienter Wohnungsbau, den Aufbau von Nahwärmekonzepten mit erneuerbaren Energien, den Einsatz von Wärmepumpen für die Gewinnung von Wärme aus den Abwässern, der Energiegewinnung aus Abfall sowie der verstärkten Nutzung der Solartechnologie und langfristig auch von Brennstoffzellen.

Wichtige Bausteine des Abfallkonzeptes sind unter anderem Vakuumsysteme für den Abtransport von Abfällen. An dieses System sind mehrere tausend Haushalte angeschlossen, die unmittelbar innerhalb der Wohnungen eine Sortierung nach bestimmten Abfallfraktionen vornehmen müssen. Der so komprimierte Abfall kann über Entfernungen von bis zu zwei Kilometern über ein Leitungssystem abgeführt werden, was insgesamt zu einer deutlichen Reduzierung des lokalen Verkehrsaufkommens beitragen soll.

Mit Blick auf Wasserversorgung, Abwasserentsorgung sowie das Niederschlagsmanagement sind folgende Bausteine des Konzepts hervorzuheben:

- Umsetzung fortschrittlichster Abwasserbehandlung; Entwicklung neuer Technologien,
- Behandlung von Haushaltsabwässern in einer Kläranlage vor Ort; getrennte Erfassung von industriellen Abwässern und von Niederschlagswasser,
- Separation von Niederschlagswasser und häuslichen Abwässern, lokale Aufbereitung des Niederschlagswassers und damit eine deutliche Reduzierung des Investitionsbedarfs im Bereich der Entwässerung,
- Biogasproduktion aus Klärschlamm,
- Einführung individueller Wasserverbrauchsmessungen in Wohnungen.

Für den Wassersektor sind sehr ambitionierte, größtenteils auch quantitative Ziele vorgegeben (Pacques 2003):

- Reduktion des spezifischen Trinkwasserverbrauchs innerhalb von Hammarby Sjöstad um 50 Prozent gegenüber traditionellen Neubauprojekten im Stockholmer Stadtgebiet. Konkret bedeutet dies als Zielgröße ein spezifischer Wasserverbrauch von etwa 100 l/EW/d. Zum Vergleich: der durchschnittliche Verbrauch in Stockholm insgesamt liegt bei rund 180 l/EW/d.
- 95 Prozent des im lokal anfallenden Abwasser enthaltenen Phosphors soll zurückgewonnen und in der Landwirtschaft wieder verwertet werden.
- Die Belastung des Abwassers mit Schwermetallen und sonstigen gefährlichen Inhaltsstoffen ist um 50 Prozent zu reduzieren.
- Es gelten strikte, über die umweltgesetzlichen Normen hinausgehende Qualitätsvorgaben für das behandelte Abwasser.
- Die Sicherheitsanforderungen an die Abwassersysteme innerhalb des Gebietes sind überdurchschnittlich.

Eine ursprünglich vorgesehene Urin-Separation ist nicht realisiert worden. Die Entscheidung gegen diese technische Option fiel kurz nach Baubeginn, nachdem das Nachhaltigkeitskonzept von der nun konservativen Mehrheit im Stadtparlament noch einmal angepasst wurde (Vestbro 2007a). Als wichtige Bausteine des gesamten Konzepts gelten die Öffentlichkeitsarbeit und alle Maßnahmen, mit denen angestrebt wird, die Bewohner des Viertels auf die sehr strikten Umweltzielsetzungen mit festzulegen. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Errichtung von Glashusetten, einem Informationszentrum, in dem auch neue Ver- und Entsorgungstechnologien zur Anwendung kommen.

Ein besonderes Augenmerk richtet sich auf das zugrundeliegende Planungskonzept und die Organisation des Entwicklungsprozesses (Vestbro 2007a; Svane 2007). Das Modell mit dem Kern der integrierten Umwelt- und Infrastrukturplanung ist gemeinsam von der Stockholm Water Company, dem schwedischen Energieversorger Fortum, dem Abfallwirtschaftsamt der Stadt Stockholm und von der Stadt Stockholm entwickelt und umgesetzt worden. Die Stadt Stockholm hat sowohl bei der konzeptionellen Arbeit, aber auch bei der Realisierung eine besondere Rolle eingenommen. Positiv wirkte sich dabei der Umstand aus, dass die Stadt im Besitz eines großen Teils der benötigten Flächen war. Sie konnte in mehreren Fällen bisherige Nutzer mit relativ hohen Kompensationszahlungen zu einer Standortverlagerung bewegen und somit Verzögerungen im Projektablauf vermeiden. Die Planung, Errichtung und Finanzierung der für die innere und äußere Erschließung des Gebietes erforderlichen Infrastruktur wird von der Stadt übernommen.

Die Umsetzung des Hammarby-Konzepts erfolgt auf der Grundlage eines sehr detaillierten Masterplans, der schrittweise umgesetzt wird. Hammarby Sjöstad ist in 75 Projekte mit jeweils unterschiedlichen Entwicklungsträgern und Architekten aufgeteilt; so sollen auch kleinteilig angepasste Profile und auch eine gewünschte architektonische Vielfalt realisiert werden können. Die Koordination der Vorhaben und Projekte erfolgt über ein speziell erarbeitetes Qualitätsprogramm für die verschiedenen Teilräume. Umgesetzt wird

das Qualitätsmanagement über Design Codes, d.h. Vorgaben, die sich auf bestimmte Planungsprinzipien, Architekturstile, Standards für Gebäude und Freiraumplanung etc. beziehen. Über eine strikte Flächennutzungsplanung wird sichergestellt, dass ausreichende Kapazitäten für die Bereitstellung kommerzieller und auch öffentlicher Dienstleistungen vorhanden sind.

Hammarby Sjöstad gilt in der Zwischenzeit als attraktiver Standort, die Öffentlichkeit bewertet vor allem das Design und die Ausstattung der Wohnungen als besonders hoch, schätzt aber auch den Standard der öffentlichen Einrichtungen (Straßen, Parks, Grünzüge) (Fränne 2004). Strittig ist, inwieweit die besondere ökologische Ausrichtung Einfluss auf die Standortentscheidungen der Haushalte gehabt hat.

Während die ökologischen Nachhaltigkeitsansätze des Vorhabens weitgehend umgesetzt werden konnten, werden die soziale und auch die ökonomische Nachhaltigkeit eher kritisch betrachtet. Hervorgehoben wird in diesem Zusammenhang etwa der Umstand, dass entgegen den ursprünglichen Planungen sich das Verhältnis von Miet- zu Eigentumswohnungen (50:50) zu Gunsten letzterer verschob. Dieser Fokus auf Eigentumswohnungen – die Immobilienpreise sind vergleichsweise hoch und die schwedische Wohnungsbaupolitik kennt keine sozialpolitischen Auflagen – hat mit zur Folge, dass die angestrebte soziale Durchmischung nicht erreicht wurde. Neben bestimmten Defiziten etwa im Bereich der Nahversorgung wird auch die bislang eher geringe Ausstattung mit Arbeitsplätzen bemängelt, so dass die Zahl der Auspendler relativ hoch ist (Mayer 2006; Vestrbo 2007a; Svane 2007).

Das Konzept Hammarby Sjöstad stellt aufgrund seiner besonderen Komplexität hohe Anforderungen an den Planungsprozess. Konflikte sind daher nicht ausgeblieben: in einigen Fällen erschienen gesetzte Umweltziele als kaum erreichbar; offenkundiger waren jedoch immer wieder auch Konflikte zwischen ökologischen oder architektonischen Zielsetzungen und den betriebswirtschaftlichen Vorgaben. Mit Blick auf das Procedere erwiesen sich häufig demokratische Abstimmungsverfahren für den realen Planungsprozess als nicht immer förderlich.

Nach den bisherigen Erfahrungen waren für die Vorhabensrealisierung einige Faktoren von besonderer Bedeutung. Hervorgehoben wird zum einen die starke Position der Stadt, die dabei auf ein hoch motiviertes Team zurückgreifen kann, sowie andererseits die spezielle Funktion des Masterplans, der klare Vorgaben enthält, auf der anderen Seite aber auch die für ein Vorhaben dieser Größe und Komplexität, notwendige Flexibilität ermöglicht.

4.8 Fukuoka City (und weitere japanische Erfahrungen)

Japan zählt zu den Industrieländern, die wie Deutschland besonders vom demografischen Wandel betroffen sein werden. Bis zum Jahre 2050 wird ein Rückgang der Bevölkerung um bis zu 20 Prozent erwartet. Der Anteil der älteren Bevölkerung wird im gleichen Zeitraum bis auf 36 Prozent ansteigen. Auffällig ist in Japan vor allem die Geschwindigkeit, in der diese demografischen Prozesse ablaufen. Hier spielt vor allem der Umstand eine Rol-

le, dass es in Japan nur eine relativ geringe Immigration gibt, über die demografische Prozesse abgebremst werden könnten (Hayutin 2007). Neben dem Bevölkerungsrückgang und den Alterungsprozessen ist für die japanische Gesellschaft von langfristig weit-aus größerer Relevanz der parallel dazu verlaufende Prozess des Zerfalls traditioneller Familienstrukturen. Auch in Japan werden die Implikationen dieser Entwicklung auf öffentliche Dienstleistungen und auf Infrastrukturen thematisiert, wenngleich bislang nur am Rande¹⁶.

Ein Blick auf die japanische Wasserwirtschaft und Infrastrukturplanung ist jedoch aus anderen Gründen von Interesse: Aufgrund des besonderen Siedlungsdrucks, der Flächenknappheit und aufgrund der sehr angespannten wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen¹⁷ sind in Japan bereits sehr früh, zum Teil sehr weitreichende Konzepte des Wasserrecycling realisiert worden (Suzuki 2002; Cities of the Future 2006). Die japanischen Erfahrungen werden auch im internationalen Kontext als besonders wichtig erachtet, da sich hier die Nutzung des aufbereiteten Abwassers nicht allein auf den Einsatz in der Landwirtschaft beschränkt, sondern hier sehr differenzierte Brauchwassernutzungen in städtischen Gebieten im Vordergrund stehen (Friedler 2001; U.S. Environmental Protection Agency 2004; Rudolph/Schäfer 2001).

Über erste Beispiele von Wasserrecycling im industriellen Bereich wird bereits aus dem Jahre 1951 berichtet, erste *on site water recycling*-Ansätze stammen aus den frühen 1960er-Jahren. Konzepte einer großräumigeren Nutzung von aufbereitetem Abwasser entstanden im Zusammenhang mit den Olympischen Spielen in Tokio 1964 (Asano 2001, S. 3 f.). Vorrangiges Ziel war dabei, über eine Entlastung der nutzbaren Oberflächen- und Grundwasservorkommen die Notwendigkeit neuer wasserwirtschaftlicher Großprojekte zu reduzieren (Matsuo 2006; Otaki 2004).

Die Zahl der *water reuse*- und *water recycling*-Systeme ist in den letzten Jahrzehnten in Japan kontinuierlich gestiegen, Japan hat dabei auch nach eigenem Bekunden zeigen können, dass technisch fortschrittliche Lösungen vor allem für die sogenannten *non-potable urban water applications* auch praktisch umsetzbar sind und wirtschaftlich betrieben werden können (Berndtsson/Jinno 2008). Über 40 Prozent des aufbereiteten Abwassers wird über ein eigenes Versorgungssystem verteilt, nach Untersuchungen zu Beginn dieses Jahrzehnts wurden davon rund 15 Prozent für Toilettenspülungen eingesetzt.

Eine immer größere Zahl vor allem öffentlicher Gebäude wurde entsprechend umgerüstet, in Tokio und in anderen Großstädten wie Fukuoka sind für größere Gebäude geschlossene Wasserkreisläufe und ab einer bestimmten Größe und Geschosszahl auch der Einbau doppelter Versorgungsnetze gesetzlich vorgeschrieben. Beispielsweise erhalten in Tokio Gebäude mit mehr als 10.000 m² Nutzfläche oder 3.000 m² Grundstücksfläche nur noch

16 Siehe Oswalt/Türektken 2008; Shuntaro (2004) stellt auf die Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Regionalstrukturen und Stadtentwicklungsprozesse (Beispiel Zukunft der compact city) ab und damit indirekt auch auf die Herausforderungen für die Infrastruktur.

17 Siehe mit umfangreichen Verweisen auch: Water Resources in Japan; http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/water_resources/contents/issues.html (Zugriff: 5.6.2008); siehe auch Subcommittee on Climate Change Adaptation for Flood Control, River Sector Committee (2008) zum Ausmaß des Klimawandels auf die japanische Wasserwirtschaft.

eine Baugenehmigung, wenn das Recycling von Abwasser vorgesehen ist (U.S. Environmental Protection Agency 2004). Kommunen sind die primären Planungsträger und können dabei in der Regel auf staatliche Subventionen zurückgreifen. Bei den sogenannten *large area water reuse and recycling systems* übernimmt das japanische Bauministerium allein 50 Prozent der Investitionskosten. Die Errichtung der Systeme erfolgt in der Regel durch die Betreiber der öffentlichen Kläranlagen und der Kanalisation.

1994 wurden alleine in Tokyo bereits 196 Gebäude dezentral oder semizentral mit täglich mehr als 26 000 m³ Brauchwasser aus Abwasser versorgt. 328 Gebäude (rund 21.000 m³/d) bezogen Brauchwasser von Industrierwasserwerken. Neben 291 gewerblichen Abnehmern wurden auch mehr als 35.000 Haushalte in den Gebieten Koto und Johoku mit recyceltem Wasser für die Toilettenspülung versorgt. Im 1984 entstandenen Shinjuku Hochhaus-Komplex in Tokio werden 19 Hochhäuser (Stand 1996) mit recyceltem Abwasser für die Toilettenspülung versorgt. Dazu wird der Ablauf der Ochiai-Kläranlage über eine Sandfiltration gereinigt und dann zum Shinjuku Water Recycling Centre transportiert, das sich im Kellergeschoss des Tokio Hilton befindet und desinifiziert. Von dort wird das Brauchwasser in die angeschlossenen Gebäude verteilt. Im Gebiet Makuhari New City wird der aufbereitete Kläranlagenablauf der Hanami-gawa-Kläranlage für die Toilettenspülung in Hotels, Bürogebäuden, einem Krankenhaus und sowie für die Bewässerung der Grünanlagen verwendet (vgl. Rudolph/Schäfer 2001).

Die in Japan realisierten Vorhaben decken unterschiedliche Ebenen ab, sie reichen von Einzelfalllösungen bis hin zu Ansätzen auf der gesamtstädtischen Ebene. Neben *on-site-Lösungen*, wo das anfallende Grauwasser und in der Regel auch das Niederschlagswasser vor Ort erfasst und in einer entsprechenden Anlage (Belebtschlammverfahren oder Membran¹⁸) in Nebenräumen (Keller) der Gebäude aufbereitet wird, um es dann erneut in den internen Kreislauf zu geben, werden größere Gebäudekomplexe und Stadtteile mit wieder aufbereitetem Brauchwasser versorgt. Hier wird das Grauwasser in den zentralen Kläranlagen entsprechend aufbereitet und danach über doppelte Versorgungsnetze der jeweiligen Nutzung zugeleitet. Die Einsatzmöglichkeiten reichen von der Toilettenspülung, über Umweltnutzungen bis hin zur klassischen Bewässerung in der Landwirtschaft. Bei diesen *off site systems* handelt es sich dann oft um Nutzungen, bei denen das Wasser nach der Nutzung nicht wieder an den Ort der Aufbereitung zurückgeleitet wird.

Japan zählt zu den wenigen Ländern, die bislang mit derartigen Systemen Erfahrungen im größeren Maßstab gemacht haben. Diese großräumigen Lösungen sind auch vor dem Hintergrund der besonderen Form des Wasserrechtsregimes in Japan entstanden, das beispielsweise nur wenig Spielraum lässt für großräumige Wassertransfers.

Internationale Fallstudien zeigen, dass für die Realisierung von Recycling-Lösungen jeweils die örtlichen Standortbedingungen von zentraler Bedeutung sind und auch die Motivlage stark variiert. Im konkreten Fall spielen dabei kommunal- und umweltpolitische Aspekte in der Regel ebenso eine Rolle wie ökonomische Treiber (Ogoshi u.a. 2001; Lazaro u.a. 2003). Die Einstellung der Verbraucher zu Recyclingwasser auch bei der inner-

18 Aufgrund des wesentlich geringen Flächenverbrauchs werden überwiegend Membran-Bioreaktoren mit anschließender Desinfektion eingesetzt (vgl. Rudolph/Schäfer 2001, S. 52).

häuslichen Brauchwassernutzung (Toilettenspülungen etc.) ist in Japan grundsätzlich positiv. Die Zustimmung der Verbraucher nimmt jedoch ab, je enger und unmittelbarer ihr Kontakt zu diesem Wasser wird.

Neben den verschiedenen Projekten im Großraum Tokio sind vor allem die Initiativen in der südjapanischen Hafenstadt Fukuoka City auf besonderes Interesse gestoßen. Die Region um Fukuoka, mit rund 1,3 Mio. Einwohner eine der dynamischsten Städte Japans, ist seit jeher durch Wasserversorgungsengpässe gekennzeichnet. Die Versorgungsschwierigkeiten werden sich verstärken, insbesondere, wenn es zu einem weiteren Wachstum der Stadt kommen wird.

Konkreter Hintergrund der alternativen Versorgungskonzepte war eine längere Dürreperiode im Jahre 1978. Über einen Zeitraum von 280 Tagen waren die Bewohner der Stadt mit erheblichen Nutzungseinschränkungen konfrontiert (Kaminski 2004, S. 45 f.; Suzuki u.a. 2002), in einigen Stadtteilen musste die Wasserversorgung zwischenzeitlich vollständig eingestellt werden. Dieses Problem war Anlass für eine Initiative der Stadt, die unter dem Label „*Water Conservation Conscious City*“ bekannt und von allen relevanten lokalen und regionalen Akteuren mitgetragen wurde.

Das gemeinsam entwickelte Konzept basiert auf einem umfassenden Wassermanagementplan mit zahlreichen, sich ergänzenden Maßnahmen. Einige dieser Maßnahmen kamen in dieser Form überhaupt erstmals in Japan bzw. auch weltweit zum Einsatz. Neben preispolitischen Ansätzen und Maßnahmen zur Förderung des Einsatzes wassersparender Geräte in privaten Haushalten sowie der Einführung moderner Netzsanierungstechnologien und Rehabilitationskonzepten erhielten vor allem Ansätze einen besonderen Stellenwert, bei denen aufbereitetes Abwasser für bestimmte häusliche und außerhäusliche Nutzungszwecke bereitgestellt wurde.

Die Bestrebungen waren insgesamt erfolgreich: Der spezifische Wasserverbrauch liegt heute deutlich niedriger als vor der Dürreperiode, in über 90 Prozent der Haushalte wurden – unterstützt durch Informationskampagnen – wassersparende Geräte eingesetzt. Der Wasserverbrauch in Fukuoka City liegt zurzeit rund 20 Prozent unter dem Verbrauchsniveau vergleichbarer japanischer Städte. Die Wasserverluste zählen mit zu den niedrigsten im gesamten Land (Berndtsson/Jinno 2008).

Die Stadt Fukuoka City hat gleichzeitig begonnen, ein aus drei unterschiedlichen Systemtypen¹⁹ bestehendes Konzept der Erfassung und Verteilung von Grauwasser für Brauchwasserzwecke zu entwickeln:

- Wide area circulation system: Das aufbereitete Abwasser wird zur weiteren Nutzung in das Zentrum der Stadt geleitet und dort weiterverteilt.
- District circulation system: Grauwasser wird an mehrere Appartementkomplexe geliefert; diese Komplexe verfügen über eigene Aufbereitungsanlagen, sie verteilen das aufbereitete Wasser dann im Gebäudekomplex weiter.
- Individual facility circulation system: Lieferung an größere Neubauten innerhalb der Stadt.

19 Eine ähnliche Systematik findet sich in Rudolph/Schäfer (2001, S. 48) auch für Tokyo.

In Fukuoka City wurden 1984 zunächst zwölf Gebäude mit recyceltem Abwasser für die Toiletten versorgt. Die Menge betrug 400 m³/d. Bis zur Jahrtausendwende wurde das angeschlossene Versorgungsgebiet auf 7,7 km² vergrößert, insgesamt 170 Gebäude werden mit Brauchwasser versorgt. Genutzt werden zwei Anlagen zur Abwasseraufbereitung, eine im Gebiet Chubu (Kapazität 8.000 m³/d) und eine im Gebiet Tobu (Kapazität 800 m³/d, vgl. Rudolph/Schäfer 2001, S. 51). Das aufbereitete Abwasser wird innerhalb der Stadtgebiete nicht allein für innerhäusliche Brauchwasserzwecke genutzt, sondern auch für diverse Umweltnutzungen eingesetzt (Beispiel Grünanlagen, Parks, Einleitung in Oberflächenwasser, um ein ausreichendes Wasserniveau zu gewährleisten [*in stream flow augmentation*], unmittelbare Grundwasseranreicherung) und für industrielle und landwirtschaftliche Zwecke bereitgestellt²⁰. Für die Nutzung von aufbereitetem Abwasser in städtischen Grünanlagen spricht vor allem, dass hier auf eine kostenintensive Errichtung von komplexen Verteilernetzen verzichtet werden kann. Die Wirtschaftlichkeit von diesen Brauchwassersystemen nimmt zu, wenn die zu versorgenden Gebiete in unmittelbarer Nähe zu den Aufbereitungsanlagen liegen. Probleme können entstehen, wenn die Bürger einen unmittelbaren Kontakt zu möglicherweise unzureichend vorgereinigtem Wasser haben können. Nach den bisherigen Erfahrungen, die man in Japan mit allen Varianten des Recyclings gemacht hat, scheint das Gesundheitsrisiko jedoch eher vernachlässigbar und gilt nicht als entscheidende Barriere für die Umsetzung alternativer Versorgungskonzepte²¹.

Für die Realisierung von Vorhaben bleibt jedoch ihre Wirtschaftlichkeit entscheidend. Die Erfahrungen auch in Fukuoka City haben deutlich gemacht, dass es sich bei aufbereitetem Abwasser keineswegs um eine „billige“ Alternative zur herkömmlichen Wasserversorgung handelt, und zwar insbesondere immer dort nicht, wo der Aufbau eines zweiten Netzes erforderlich wird²². Man geht nach den japanischen Erfahrungen davon aus, dass von den Verbrauchern ein Preis für Recyclingwasser von maximal 80 Prozent des Trinkwasserpreises als annehmbar angesehen wird. Die Produktionskosten für aufbereitetes Abwasser liegen in Fukuoka City etwas über denen von Trinkwasser, dennoch weist das Versorgungsunternehmen für dieses Versorgungssystem noch einen geringen Überschuss aus (Ogoshi u.a. 2001). Ob die hier gemachten Erfahrungen auch für japanische Verhältnisse verallgemeinerbar sind, bleibt bislang offen: gegen einen massiven Ausbau der Systeme spricht der Umstand, dass gerade die Verlegung doppelter Systeme in den sehr stark verdichteten städtischen Räume hohe Kosten verursacht. Dies gilt vor allem mit Blick auf die Investitionskosten. Andererseits dürfte der Wettbewerb um knappe Wasserressourcen jedoch weiter zunehmen und sich damit zwangsläufig auch die Wirtschaftlichkeit parallel betriebener Infrastruktursysteme verbessern.

20 In Nordjapan wird aufbereitetes Abwasser auch für das künstliche Schneeschmelzen genutzt, vgl. Suzuki 2002.

21 Die Verwendung von aufbereitetem Abwasser für Trinkwasserzwecke wird bisher weltweit nur in wenigen Fällen umgesetzt. Als erfolgreiches Beispiel gilt das Experiment in Windhoek; auch wenn Qualitätsprobleme lösbar scheinen, dürfte die Akzeptanz der Konsumenten das entscheidende Hemmnis darzustellen; siehe auch: Vigneswaran/Sundaravadivel 2004.

22 Die in der Literatur genannten Kosten variieren sehr stark. Eine Rolle spielen dabei vor allem Annahmen über die Auslastung der Anlagen, aber auch Unterschiede in der Allokation von Kosten zwischen Abwasserreinigung, Wasseraufbereitung und Wasserrecycling auf der anderen Seite; vgl. Asano 2001, S. 3 f.

4.9 Langfristplanungen in der öffentlichen Wasserversorgung: Strategic Direction Statements

Vor allem aufgrund der Langlebigkeit der Versorgungsstrukturen und der langen Planungs- und Amortisationszeiträume spielen Langfristplanungen, Prognosen und Szenarien als Management- und Steuerungsinstrumente seit jeher eine besondere Rolle. In der Mehrzahl der Fälle geht es dabei um die Abschätzung der Wassernachfrage innerhalb eines Versorgungsgebietes, um darauf aufbauend dann entsprechende Maßnahmen zur Sicherung der Versorgung ableiten zu können.

Diese stark ressourcenorientierten Planungen gehen jedoch in aller Regel von einem Fortbestand der bisherigen technischen und organisatorischen Strukturen aus. Die Fragen, wie ein Versorgungsunternehmen in der Zukunft aufgestellt sein wird, welche konkreten Faktoren Auswirkungen auf die Geschäftsfelder haben werden und wie Unternehmen konkret auf diese Herausforderungen reagieren können, sind bisher nur wenig systematisch angegangen worden.

Vor diesem Hintergrund sind aktuelle Entwicklungen in der britischen Wasserwirtschaft von besonderem Interesse. Alle Wasserunternehmen sind erstmals verpflichtet worden, in sogenannten *Strategic Direction Statements* für einen Zeitraum bis 2035 die für sie wichtigsten Herausforderungen zu benennen und ihre Strategien zu skizzieren. Diese Auflage wurde den Unternehmen von der Regulierungsbehörde OFWAT (Office of Water Services) erteilt, die für die ökonomische Regulierung der 1989 vollständig privatisierten Wasser- und Abwasserentsorgungsunternehmen zuständig ist. Kernstück der ökonomischen Regulierung ist die Preisregulierung nach dem Konzept der *price cap regulation*. Für einen Zeitraum von jeweils fünf Jahren werden für jedes Unternehmen zulässige Preissteigerungsraten festgelegt. In einem solchen System haben Unternehmen Anreize zur Kosteneffizienz, da sie so ihre Gewinne steigern können. Nach Ablauf der Preisrunde wird auf der Grundlage der dann geltenden Kostenstrukturen die Preisformel neu festgesetzt, so dass Unternehmen beispielsweise einen Teil ihrer Effizienzgewinne über sinkende Preise an die Konsumenten weitergeben müssen. Die Festlegung der zulässigen *price caps* erfolgt in einem sehr komplexen und auch zeitaufwändigen Verfahren. In den Prozess gehen unter anderem Informationen über die spezifischen Kosten- und Gewinnstrukturen des Unternehmens ein, ebenso wie Annahmen über vorhandene und noch nicht ausgeschöpfte Effizienzpotenziale, die Entwicklung der Finanzierungskosten und zu erwartenden kostensteigernden neuen Umweltauflagen.

Im Rahmen des Preisreviews 09, in dem die Preisfestlegung für den Zeitraum 2010 bis 2015 erfolgt, hat OFWAT erstmals versucht, die langfristige Dimension unternehmerischen Handelns in die Preisfestsetzung einfließen zu lassen (OFWAT 2008). Kritisiert wurde in der Vergangenheit unter anderem der Umstand, dass die Laufzeit von fünf Jahren eher für die Unternehmen Anreize schaffe, langfristige, strategische Überlegungen auszublenden. Die Unternehmen wurden daher aufgefordert, ihre langfristigen Projektionen für die nächsten 25 Jahre zusammenzufassen und der Regulierungsbehörde vorzulegen. OFWAT (2007) formuliert seine Anforderungen wie folgt:

„This is your opportunity to set out your vision clearly and show how it delivers for your consumers and the environment. Your strategy will help us, and others, to consider your draft and final business plans in a long term context.“

Your statement should include at least the following:

- Your plans to deliver for consumers and the environment in the long term (i.e. at least 25 years ahead) including clean and safe drinking water and reference to the Water Sector Plan;
- the impact this has on, among other things, the management and stewardship of assets, and innovation;
- your approach to issues such as climate change and sustainability;
- your consumers' priorities;
- the objectives of your long term charging strategy, how you plan to achieve this and the implications for bills;
- the major risks and how you will manage these; and
- how you expect to finance the strategy.

We encourage you to consider the sustainability of your current approaches to achieving environmental and drinking water quality outcomes and the potential impact competition may have in the sector. The strategic direction statement is an opportunity to set out a longer term research and development agenda, especially where this is a pre-requisite for further sustainable solutions”.

Die Unternehmen sind den Auflagen von OFWAT in sehr unterschiedlichem Umfang nachgekommen; dennoch enthalten diese, jeweils in enger Koordination und Abstimmung mit den relevanten Stakeholdern zustande gekommenen Berichte sehr interessante und wegweisende Ansätze für zukunftsgerichtete Unternehmen²³. Die Regierung hat unter anderem auch auf der Grundlage dieser Statements ganz aktuell ihr Statement zur zukünftigen Entwicklung der Wassersektors vorgelegt und darin unter anderem weitere Initiativen angekündigt (DEFRA 2008b).

Da OFWAT den Unternehmen große Spielräume bei der Erstellung ihrer Statements eingeräumt hat, decken die Berichte sehr unterschiedliche Themen in variierender Breite ab. In nahezu allen Berichten wird jedoch dem Thema Klimawandel eine zentrale Rolle zugewiesen. In sogenannten *water stress regions*, die bereits jetzt mit besonderen Ressourcenproblemen konfrontiert sind, wird sich die Situation weiter verschärfen, sei es durch klimatisch bedingte Entwicklungen auf der Angebots- oder auf der Nachfrageseite. Die Versorgungsunternehmen sehen ausnahmslos in der klassischen Strategie der Erweiterung des Wasserdargebots kaum noch eine realistische Strategie, sondern setzen ganz konkret auf Konzepte zur Steigerung der Wassereffizienz und der Erschließung alternativer Quellen. Die konkret geplanten Maßnahmen umfassen dabei in erster Linie die Erschließung von Brauchwassersystemen, die Nutzung von Regenwasser, Recycling von

²³ Auf die Strategic Direction Statements der einzelnen Unternehmen kann zugegriffen werden über die Seiten der Regulierungsbehörde (<http://www.ofwat.gov.uk>) sowie der Verbandsorganisation (<http://www.water.org.uk>): Die Unternehmen selbst bieten auf ihren Websites in der Regel weitere Hintergrundinformationen an.

Abwässern, aber auch der Ausbau der Meerwasserentsalzung. Der Einsatz dieser Maßnahmen erfolgt aber zunächst primär bei der Erschließung neuer Gebiete (greenfields), obwohl in einigen Fällen auch explizit die Notwendigkeit alternativer Lösungen im Bestand gesehen wird.

Maßgebliche Anreize für einen Übergang auf dezentrale Lösungen werden vor allem in der Entwicklung neuer Technologien und Verfahren gesehen. Neben den bekannten Ansätzen einer Verbesserung von Aufbereitungstechnologien werden die größten Auswirkungen etwa von der Nanotechnologie, neuer Energietechnologien sowie dem verstärkten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien gesehen, die beispielsweise eine bessere Kontrolle und Steuerung dezentraler Aufbereitungskomponenten ermöglichen. Auch Konzepte der Nachfragesteuerung und veränderte Tarifsysteme erfordern *real-time-Informationen*, die nur mittels neuer Technologie zur Verfügung gestellt werden. Einige der explizit thematisierten Technologien werden jedoch erst gegen Ende des Szenarienzeitraums realisiert werden können²⁴. Angesichts der veränderten Herausforderungen und der neuen (technischen) Optionen werden die Unternehmen neue Geschäftsfelder erschließen; kaum thematisiert wird in den Statements jedoch die Frage, ob sich mit der Auflösung zentraler Strukturen nicht langfristig auch das tradierte Geschäftsmodell der Wasserunternehmen ändern muss.

Die Darlegungen innerhalb der *Strategic Direction Statements* sind insofern als durchaus robuste Einschätzungen von Zukunftsperspektiven einzustufen, da die Unternehmen zur Abgabe derartiger Berichte verpflichtet sind und sie gleichzeitig davon ausgehen müssen, dass die Darstellung von Entwicklungsoptionen ganz unmittelbare wirtschaftliche Konsequenzen für das Unternehmen haben kann.

4.10 Standardsetzung: das Beispiel der Code for Sustainable Homes

Planung, Bau und Nutzung von baulichen Strukturen (Wohnhäuser, öffentliche Gebäude, industriell- und gewerbliche Bauten) sind in allen Industrienationen für einen großen Teil der Umwelt- und Ressourcenbelastungen mit verantwortlich. Dies bezieht sich nicht allein auf den Flächen- oder den Energieverbrauch und die damit verbundenen Klimafolgen, sondern auch auf den Wasserverbrauch und den Anfall von Abwasser. Die Berücksichtigung insbesondere der langfristigen ökologischen Folgen bereits im Planungsstadium ist daher seit langem eine wichtige Forderung. Information und Beratung der Bauherren und Entwicklungsträger, aber auch der Einsatz marktwirtschaftlicher Instrumente spielen dabei eine wichtige Rolle. Insbesondere im Energiebereich kommen zudem verstärkt auch Normen- und Standardbildung zur Anwendung. Neu errichtete oder aber auch bestehende Gebäude müssen bestimmten ökologischen Standards genügen. Entweder ist die Einhaltung dieser Normen Voraussetzung für eine Bau- oder Umbaugenehmigung, oder in Fällen, in denen die Standards nicht verpflichtend sind, kann etwa von ihrer Einhaltung die Gewährung von staatlichen Zuschüssen und anderer Förderungen abhängen. Standards

24 Das Council for Science and Technologie (<http://www2.cst.gov.uk>) wird im Sommer 2008 eine größere Studie zu Innovationen in der Wasserwirtschaft vorlegen.

sind daher besonders geeignet, neue Techniklinien zu begünstigen, auch vermittelt über die stärkere Ausnutzung von economies of scale bei der Produktion neuer ökologisch verträglicher Projekte.

In Großbritannien wurde 2007 ein in enger Zusammenarbeit zwischen Regierungsinstitutionen, Forschungseinrichtungen und Institutionen der Bauwirtschaft entwickelter *Code for Sustainable Homes* vorgestellt, mit dem neue Ansätze nachhaltigen Bauens in die Praxis umgesetzt werden sollen (Department for Communities and Local Government 2006). Dieser Standard ist insofern von besonderer Bedeutung, als er zum einen sehr umfassend angelegt ist, gleichzeitig alle ökologischen Implikationen erfasst und damit andererseits auch in der Lage erscheint, die trade offs zwischen den diversen ökologischen Wirkungsprozessen mit zu erfassen²⁵. In einem unmittelbar nach der Veröffentlichung einsetzenden Konsultationsprozesse wurde im Mai 2008 entschieden, die Standards insofern verpflichtend zu machen, als nun jeder Käufer oder Mieter eines Wohnobjekts einen Anspruch auf Informationen darüber hat, ob und mit welchem Ergebnis das Gebäude nach den Nachhaltigkeitsstandards bewertet worden ist (Department for Communities and Local Government 2008b).

Die Nachhaltigkeit eines Gebäudes wird anhand von insgesamt neun Kategorien bewertet. Jede Kategorie deckt eine Reihe von detailliert beschriebenen Aspekten ab, die einen potenziellen Einfluss auf die Umwelt haben. Die Merkmale eines Gebäudes werden an einer bestimmten Zielgröße gemessen und dann mit Credits bewertet. Die Zielgrößen liegen dabei jeweils oberhalb der gesetzlich normierten Mindeststandards und sollen jeweils *good or best practice* dokumentiert, d.h. technisch machbar sein und – sofern es sich um Produkte handelt – auch von der Industrie bereitgestellt werden können. Die zusammenfassende Bewertung erfolgt über die Vergabe von Sternen zwischen einem Stern (*, Eingangslevel, aber immer noch über dem gesetzlichen Mindeststandard) und sechs Sternen (*****); ein solches Gebäude ist dann unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten besonders exemplarisch.

Die einzelnen Nachhaltigkeitskategorien gehen mit unterschiedlicher Gewichtung in die Gesamtbewertung ein. Gewichtungskriterien sind dabei der Beitrag des Wohnungsneubaus in Großbritannien zu den entsprechenden Belastungen und das Potenzial, diese Belastungen über entsprechende Konstruktions- und Ausstattungsstandards zu verringern. Energieverbrauch und CO₂-Emissionen kommt dabei besonderes Gewicht zu, aber auch wasserbezogene Aspekte werden relativ hoch bewertet. Die Anwendung des Codes wird sehr flexibel gehandhabt; der Projektträger kann entscheiden, welche und wie viele Standards eingehalten werden, um entsprechende Credits und eine höhere Nachhaltigkeitsbewertung zu erhalten.

Mit Blick auf bestimmte Kategorien gilt diese Flexibilität jedoch nur eingeschränkt. Dies spiegelt dann auch die Bedeutung wider, die bestimmten Umweltbelangen im nationalen bzw. regionalen Kontext gegeben wird. So ist die Einhaltung von Auflagen im Hinblick auf

25 Die Optimierung eines Gebäudes unter energie- und klimapolitischen Gesichtspunkten, d.h. die Einhaltung aller entsprechender Normen kann mit einer Verschlechterung der Ökobilanz eines Gebäudes durch Einbußen an anderer Stelle verbunden sein (Wasser, Abwasser, Abfall etc.).

die Ableitung von Oberflächenwasser eine Voraussetzung dafür, um unabhängig von der in anderen Kategorien erreichten Qualität überhaupt ein Nachhaltigkeitszertifikat zu erhalten. Im Zusammenhang mit dem häuslichen Wasserverbrauch werden andererseits Standards vorgegeben, die auf jedem Nachhaltigkeitslevel mindestens erreicht werden müssen. Strebt ein Projektträger für ein Gebäude eine Nachhaltigkeitsbewertung von 5 an, dann darf der spezifische Wasserverbrauch 80 Liter je Bewohner und Tag nicht überschreiten. Gemessen an den gegenwärtigen Wasserverbrauchsstrukturen in den Regionen und Städten setzt dies sehr weitreichende Veränderungen im Verbrauchsverhalten, aber auch in der technischen Ausstattung der Gebäude voraus.

Für die Ermittlung des Wasserverbrauchs wird ein eigens entwickelter „*Code Water Calculation Tool*“ genutzt, der differenziert nach Wohnungstypen mit bestimmten Ausstattungsstandards, spezifischen Verbrauchswerten und typischen Nutzungsmustern arbeitet. In einem sehr umfangreichen Technical Guidance Document werden alle Annahmen und Bewertungsschritte im Detail beschrieben (Department for Communities and Local Government 2007a).

Da angesichts der prekären Ressourcenlage in zahlreichen britischen Regionen das erklärte Ziel darin besteht, die Wasserentnahmen insgesamt zu reduzieren, spielen bei der Nachhaltigkeitsbewertung auch die Themen Wasserrecycling und Regenwassernutzung eine zentrale Rolle. Diese Potenziale werden nicht nur im gesonderten bewerteten Bereich der außerhäuslichen Nutzung gesehen, sondern auch bei der außerhäuslichen Wassernutzung.

Ob und inwieweit die Codes in der Lage sind, einen Beitrag zu einer nachhaltigeren Bau- und Siedlungsentwicklung zu leisten, ist gegenwärtig noch nicht zu beantworten. Ihre praktische Relevanz lässt sich jedoch bereits daran messen, dass auf sie zunehmend als Referenz auch in anderen staatlichen Nachhaltigkeitskonzepten explizit Bezug genommen wird. So verweist das Umweltministerium in seinem aktuellsten Bericht zur zukünftigen Wasserpolitik auf die Rolle, die der *Code for Sustainable Homes* im Hinblick auf eine dringend erforderliche effiziente Wassernutzung übernehmen kann (DEFRA 2008b); auch in den Planungen zur Umsetzung von *Eco-Towns* und *Eco-Regions* Konzepten sind sie integraler Bestandteil (Department for Communities and Local Government 2007b; Environment Agency 2007a, b, c). OFWAT als ökonomischer Regulierer der privatisierten Wasserversorgungsunternehmen reagiert in der Zwischenzeit auf die zunehmende Ressourcenproblematik und hat den Unternehmen nun eine sehr umfangreiche Aufstellung von Best Practices vorgelegt, mit denen die Unternehmen entsprechend des Code eine nachhaltige Wasserversorgung fördern können (OFWAT 2007b).

4.11 Eco Towns: Integration von Infrastrukturplanung und Raumplanung

Ein Beispiel für die Integration von Infrastruktur- und Stadtplanung ist das Eco-Town-Konzept, das von der britischen Regierung im Juli 2007 vorgelegt wurde und in dessen Rahmen ab 2010 dann zehn in einem Wettbewerbsverfahren als besonders Erfolg versprechend bewertete Stadtprojekte realisiert werden sollen. Der offizielle „Eco-town-prospectus“ umschreibt eco towns als „... a major opportunity for local authorities, house

builders, developers and registered social landlords to come together to build small new towns. Eco-towns should be well designed, attractive places to live, with good services and facilities, and which connect well with the larger towns or cities close by. Uniquely, they offer an opportunity to design a whole town – business and services as well as homes – to achieve zero-carbon development, and to use this experience to help guide other developments across the country” (Department for Communities and Local Government 2007b, S. 12).

Die britische Regierung sieht in dem Konzept eine Antwort auf drei zentrale Herausforderungen, nämlich auf den Klimawandel, die Nachfrage nach nachhaltigen Lösungen und auf die steigende Wohnungsnachfrage. Vor allem im Südosten Englands kumulieren diese Probleme und führen zu einer wachsenden Belastung nicht nur der Infrastruktur-, sondern auch der natürlichen Systeme. Vor allem auf die steigende Wohnungsnachfrage (nicht nur in diesen Landesteilen) hat die Regierung mit der planerischen Festsetzung von Growth Areas und New Growth Points reagiert. In insgesamt vier Growth Areas soll eine besonders hochwertige Entwicklung stattfinden, dabei soll die Planung von Wohnraum und den Infrastrukturen nach strikten Nachhaltigkeitsgesichtspunkten erfolgen.

Diese Notwendigkeit zeigt sich insbesondere mit Blick auf die Wasserversorgung. Allein für den Südosten Englands wird bis 2030 ein Anstieg der Wassernachfrage um 20 Prozent veranschlagt. In ganz bestimmten Gebieten wird von einem Anstieg des spezifischen Wasserverbrauchs von jetzt 150 auf dann rund 200 Liter pro Einwohner und Tag ausgegangen. Gleichzeitig bleiben die Wasserverluste aus dem System unverhältnismäßig hoch. Die aktuellen Erneuerungsraten der Netzinfrastruktur erscheinen kaum geeignet, die Versorgungssysteme auf die neuen Anforderungen vorzubereiten (Environmental Agency 2007b, c).

Alle Experten gehen davon aus, dass vor allem angesichts der regionalen Auswirkungen des Klimawandels massive Einschränkungen bei der Wasserversorgung mit Auswirkungen auf Wirtschaftswachstum und Lebensqualität die Folge sein würden, sollten nicht frühzeitig Anpassungsstrategien entwickelt und umgesetzt werden.

Einige englische Wasserversorgungsunternehmen haben in ihren Ressourcenplänen spezielle Reserven auch für die Growth Areas vorgehalten. Dies gilt jedoch nicht für alle Unternehmen, zum Teil, weil die Wohnungsbauprognosen regional nicht immer eindeutig sind, oder aber Planungsregionen nicht mit den Versorgungsgebietsgrenzen der Unternehmen übereinstimmen. Sollten alle gegenwärtigen Wohnungsneubaupläne realisiert werden, würde der zusätzliche Wasserbedarf die jetzt vorgehaltenen Reserven allein bis 2016 um fast 20 Prozent übersteigen. Selbst diese Mengen könnten zwar noch rein rechnerisch durch die sogenannten headrooms der Unternehmen gedeckt werden, dies jedoch unter Inkaufnahme der dann nur noch begrenzten Möglichkeit, auf unvorhergesehene Entwicklungen angemessen reagieren zu können²⁶.

26 Die Regulierungsbehörde definiert headroom „as the difference between the amount of water a company has available to supply (or water available for use) under specified planning conditions and service assumptions, and the volume of water it will need to introduce into its network (distribution input) under the same conditions. Target headroom is the difference between water available for use and the distribution

Aus dieser Problemanalyse wurden zwei grundlegende Schlussfolgerungen gezogen: Einerseits besteht die Notwendigkeit einer Integration der Infrastrukturplanungen bereits in einem frühen Stadium der Siedlungsentwicklungsplanung, zum anderen wächst die Erkenntnis, dass die klassischen predict and supply-Konzepte keine Lösung darstellen, sondern das nur eine Kombination von angebots- und nachfrageorientierten Maßnahmen Erfolg versprechend ist und dabei nicht allein auf technische, ingenieurwissenschaftliche Lösungen gesetzt werden kann. Die in zahlreichen offiziellen Dokumenten dargelegte Wasserstrategie enthält Maßnahmen zur Angebotserweiterung wie (Environmental Agency 2007a, g):

- den Neubau von Talsperren oder Wasserreservoirs,
- den Ausbau der Transportnetze zum Ausgleich von Wassermangel sowie
- den Ausbau der Regenwasser- und Grauwassernutzung, zunächst vor allem auf der Ebene größerer öffentlicher Einrichtungen oder in Wohnvierteln.

Auf der Nachfrageseite sind die folgenden Instrumente vorgesehen:

- Planung und Bau wassereffizienter Gebäude,
- Effizienzsteigerungen im Gebäudebestand,
- Förderung der Wasserverbrauchsmessung (Einführung von Wassermessung),
- neue Tarifstrukturen,
- Reduzierung der Wasserverluste.

Eco Towns sind als Standorte geplant, in denen diese verschiedenen Konzepte – nicht allein bezogen auf Wasser – kombiniert zur Anwendung kommen. Ein solcher Standort muss einige zentrale Kriterien erfüllen (Department for Communities and Local Government 2008a):

- Eco Towns sind neue Siedlungen, räumlich von bestehenden Städten abgesetzt, aber dennoch mit ihnen verbunden. Die Mindestgröße des Gebietes liegt zwischen 5.000 und 10.000 Wohnungen.
- Das Gebiet muss in seiner Gesamtentwicklung einen „zero carbon standard“ erreichen; jeder Standort sollte zumindest auf einem Gebiet umweltpolitischer Nachhaltigkeit exemplarisch sein.
- Eco Town Planungen sollten eine breite Palette an Einrichtungen innerhalb des Stadtviertels vorhalten, von Bildungseinrichtungen über Einkaufszentren, Büroflächen bis hin zu Erholungseinrichtungen.
- Zwischen 30 und 50 Prozent der Wohnungen sollten für Bezieher niedriger Einkommen reserviert sein.
- Eine eigenständige Managementorganisation sollte die Entwicklung des Gebietes mit unterstützen, die Ansiedlung von Einwohnern fördern, Unternehmen beraten, Dienstleistungen organisieren und Gemeinschaftseinrichtungen bewirtschaften.

input that companies need in each of their resource zones, to take account of future supply and demand uncertainties.” (OFWAT 2004, S. 7).

Eco Towns sollen sich von anderen Stadtentwicklungsprojekten insofern unterscheiden, als sie nicht nur die negativen Folgen der Siedlungsentwicklung auf die Umwelt kompensieren, sondern gleichzeitig etwa über die Sicherung der Biodiversität oder die Schaffung von Grünzügen etc. zusätzliche ökologische Nutzen schaffen.

Obwohl das Eco Town-Konzept ein unter Umwelt- oder Nachhaltigkeitsgesichtspunkten umfassenden Ansatz darstellt, spielt das Thema Wasser eine herausgehobene Rolle. Die vorgeschlagenen Maßnahmen bleiben bislang eher noch etwas vage, es bleibt abzuwarten, wie sie in den jetzt zu entwickelnden lokalen Konzepten weiter konkretisiert werden (Department for Communities and Local Government 2008a):

- Eco Towns sollen Wasserneutralität anstreben, insbesondere dann, wenn die Stadt innerhalb einer *Water Stress*- Region liegt,
- über die Zusammenarbeit mit anderen Kommunen eine effiziente Wassernutzung gewährleisten,
- als Mindeststandard bezogen auf Wasserressourcen das Level 3–4 des *Code for Sustainable Homes* bis zum Jahre 2016, langfristig das Level 5 und 6 erreichen,
- auch bei anderen Gebäuden oder öffentlichen Einrichtungen das Thema Wassereffizienz stärker in den Vordergrund rücken,
- in *Eco Towns* sollte bei der Bereitstellung von Haushaltswasser vermehrt über alternative Lösungen nachgedacht werden (Wasserrecycling, Regenwassernutzung),
- für jeden Standorte soll eine *water cycle study* als Grundlage für Planungen zum Hochwasserschutz und zur Entwässerungsproblematik erstellt werden,
- bei der Planung des Gebietes sollen Ansätze des *Sustainable urban drainage systems* zur Anwendung kommen, und
- es soll sichergestellt werden, dass es durch Planungen in einem Gebiet nicht zu einer räumlichen Problemverlagerung kommt.

Das Eco Town Konzept ist der Versuch einer systematischen Umsetzung von Nachhaltigkeitskonzepten auf lokaler, d.h. über die Ebene einzelner Objekte hinausgehender Ebene. Das Konzept stößt jedoch nicht nur auf Zustimmung; in zahlreichen Regionen gibt es Widerstände gegen eine zusätzliche Siedlungsentwicklung, weil auch sie nach wie vor die bestehenden Infrastruktursysteme belasten (Jenkins 2008). Grundlegender ist jedoch die Kritik, das sich das Interesse und zum Teil auch die staatliche Förderung zu einseitig auf die neue Siedlungsstrukturen richtet, während das Effizienzpotenzial in bestehenden Städten und im Baubestand nicht oder nur unzureichend ausgeschöpft wird.

5. Auswertung der internationalen Fallbeispiele: Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das Thema „städtische Infrastrukturen“ stand immer auf der politischen Tagesordnung, dies gilt auch im internationalen Vergleich. Nachdem in den hier untersuchten Ländern eine flächendeckende Ver- und Entsorgung für die städtischen (und auch für den Großteil der ländlichen) Gebiete erreicht worden war und somit auch Fragen der Planung und der Finanzierung etwas in den Hintergrund rückten, stand etwa ab Mitte der 1970er Jahre die Herausforderung im Raum, städtische Infrastrukturen umweltverträglich zu gestalten und sie an die strengeren nationalen und supranationalen Umweltauflagen anzupassen. Die ordnungspolitischen Aspekte dominierten zunächst. In den 1990er Jahren rückte die Frage in den Vordergrund, ob Privatisierung und Liberalisierung dieser Sektoren letztlich zu einer effizienteren Leistungserstellung führen würde. Diese Debatte ist nicht abgeschlossen, nach anfänglicher Privatisierungseuphorie ist jedoch eine erkennbare Ernüchterung eingetreten. Die Einschätzung größerer Effizienz des privaten Sektors hat sich gewandelt und der kommunalen und öffentlich-rechtlichen Verfasstheit des Infrastruktursektors wird nach wie vor eine zentrale Rolle zugewiesen.

Seit wenigen Jahren wird vor allem im europäischen Kontext die Bedeutung der Infrastruktur für die Wettbewerbsfähigkeit der Städte und Stadtsysteme diskutiert. Hier schließt auch mehr oder weniger unmittelbar die Debatte um den Stadtumbau an: Wie kann die Revitalisierung der Städte erreicht werden und ist die vorhandene Infrastruktur angemessen? In Deutschland besitzt diese Debatte insofern Gewicht, als infolge der Wiedervereinigung in Ostdeutschland erhebliche Investitionen in Netze und Anlagen getätigt wurden, heute jedoch die Bedarfsprognosen aufgrund insbesondere des demografischen Wandels deutlich nach unten korrigiert werden müssen. Anpassungsbedarfe sind jedoch kein Sonderfall, sondern treten, wenngleich mit zeitlicher Verzögerung, auch in westdeutschen Bundesländern und teilweise auch in anderen Ländern auf.

5.1 Transformationspotenziale

Die klassischen Strukturen, in denen (Wasser-)Infrastrukturdienstleistungen bereitgestellt werden, sind über einen langen Zeitraum relativ stabil geblieben; hier gibt es in den Grundstrukturen nur marginale Unterschiede zwischen den Industrieländern (Kluge/Scheele 2008).

Jenseits der siedlungstechnischen Debatte resultieren erste Ansätze in Richtung auf einen Wechsel dieses Infrastrukturmodells unter anderem auch aus einer eher grundlegenden Hinterfragung der bisherigen städtebaulichen Planungen. Debatten über die infrastrukturellen Folgen der Siedlungsentwicklung sind nicht nur auf die Bundesrepublik beschränkt, sondern werden – wenn auch unter jeweils anderen Begrifflichkeiten – auch in anderen Ländern geführt. Vor allem im Zusammenhang mit „*smart growth concepts*“ wird dabei auch die Rolle der Infrastruktur aufgegriffen.

Eine Auswertung der internationalen Literatur zur städtischen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung hat gezeigt, dass es vermehrt alternative Ansätze gibt und dabei vor

allem dezentrale Konzepte an Bedeutung gewinnen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die traditionellen Infrastrukturmodelle und die dahinter liegenden Planungslogiken bereits grundsätzlich in Frage gestellt wären. Doch hat die Analyse auch deutlich gemacht, dass neue Modelle der Ver- und Entsorgung in der Zwischenzeit ihr Nischendasein verloren haben und zunehmend als Alternative zu den traditionellen netzgebundenen Infrastrukturen begriffen werden können.

Der Forschungsverbund netWORKS untersucht Möglichkeiten und Grenzen einer Transformation der kommunalen Wasserwirtschaft unter den spezifischen Bedingungen Deutschlands. Dabei konzentriert sich der Verbund auf die Untersuchung von Potenzialen für eine Transformation innerhalb vorhandener städtebaulicher Strukturen. Der Transfer internationaler Erfahrungen kann daher einen wichtigen Baustein einer Transformationsstrategie darstellen. Die in der vorliegenden Studie dokumentierten internationalen Fallbeispiele zeigen, dass sich in einigen europäischen Ländern sowie in Australien Japan und auch in Neuseeland beispielgebend neuartige Konzepte als geeignete Lösungen gelten bzw. dort intensiv gefördert werden. Nachfolgend werden anhand einiger Leitfragen vorläufige Schlussfolgerungen gezogen. In diese Synthese fließen Ergebnisse aus der Literaturanalyse ein, soweit sie auch zur Einordnung der Fallbeispiele erforderlich sind¹:

- Welches sind die treibenden Kräfte, die Transformation fördern? Inwieweit sind die realisierten Projekte nur aus dem jeweiligen lokalen Kontext erklärbar oder lassen sich allgemeine Triebkräfte erfassen und kategorisieren?
- Welche Rolle spielt der institutionelle Rahmen und welche Punkte sind in diesem Zusammenhang relevant?
- Welche Rolle spielen die bisherigen Anbieter von Infrastrukturdienstleistungen in diesem Transformationsprozess? Welche Geschäftsmodelle existieren dabei?
- Lassen sich Aussagen zur Wirtschaftlichkeit alternativer Ansätze treffen und welche Anforderungen ergeben sich für die Kostenrechnung?
- Welche Gebietstypen eignen sich besonders für die Umsetzung neuartiger Lösungen?

5.2 Triebkräfte und Barrieren im Transformationsprozess

Mit Blick auf die Realisierung neuartiger Ver- und Entsorgungskonzepte im urbanen Raum werden die Fallbeispiele und die im Rahmen dieses Arbeitsprogramms analysierte internationale Literatur danach ausgewertet, welche *driving forces* Transformationsprozesse einleiten sowie stützen können und wo sich möglicherweise verallgemeinerbare Faktoren identifizieren lassen, die einer Transformation entgegen stehen.

Die Motive für die Umsetzung neuer Konzepte in den städtischen Ver- und Entsorgungssektoren sind sehr vielfältig und jeweils stark von den spezifischen regionalen und lokalen

1 Ein kommentiertes Verzeichnis der ausgewerteten Literatur wird unter <http://www.networks-group.de> zur Verfügung gestellt.

Kontext-Bedingungen bestimmt. Für die beschriebenen Fallbeispiele lassen sich jeweils einige zentrale Motive festmachen:

Projekt	Anlass
Thames Gateway	Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum, Ressourcenengpässe
Leidsche Rijn	Nachhaltigkeit
Zonneterp	Energieeffizienz; Nachhaltigkeit
Lanxmeer	Nachhaltigkeit
Aurora Estate	Siedlungsdruck, Versorgungsengpässe
Three Water Vision	Nachhaltigkeit, Versorgungsengpässe, Bevölkerungswachstum
Hammarby Sjöstad	Siedlungsdruck, Nachhaltigkeit
Fukuoka City	Ressourcenengpässe, Siedlungsdruck

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Kategorisierung. Mitchell u.a. (2008) unterscheiden unter anderem in Anlehnung auch an Arbeiten von Etnier (2007) zwischen *push and pull – Factors* und *desablers*. Zwar analysieren sie die *driving forces* nur mit Blick auf die dezentrale Lösungen im Abwasserbereich, die Unterteilung bietet sich jedoch auch für die Bewertung umfassenderer Ansätze auf der Ebene der städtischen Wasserwirtschaft an.

5.2.1 Push factors

Unter *push factors* werden hier diejenigen Entwicklungen und Trends gefasst, die eher gegen die Fortführung der bislang überwiegenden zentralen Modelle sprechen.

- Dezentrale Ver- und Entsorgungslösungen kommen traditionell dort zur Anwendung, wo bestimmte Gebiete etwa aufgrund ihrer speziellen – oft räumlich isolierten – Lage nur schwer infrastrukturell zu erschließen sind. Bei diesen „*difficult spots*“ handelt es sich oft um räumlich isolierte Areale in den ländlichen Räumen. Als Ausgangspunkt für Transformationsprozesse in städtischen Räumen ist dieses Argument kaum von Bedeutung.
- Zentral für die Umsetzung alternativer Konzepte sind Situationen, in denen die infrastrukturelle Erschließung eines Gebietes oder auch der Ausbau eines bestehenden Systems im Rahmen zentraler Netzstrukturen nicht mehr wirtschaftlich abbildbar ist. In den Fallbeispielen aus Großbritannien, Australien, Japan und zum Teil auch aus Neuseeland ist es vor allem die Ressourcenverfügbarkeit, die eine weitere regionalwirtschaftliche Entwicklung hemmt. Überwiegend handelt es sich dabei um Regionen, die aller Wahrscheinlichkeit nach ganz besonders vom Klimawandel betroffen sein werden. Dieser Problemdruck begünstigt zumindest Überlegungen jenseits der zentralen netzgebundenen Strukturen, bei denen alternative Ansätze der Ver- und Entsorgung berücksichtigt werden. Dieser Problemdruck ist jedoch nicht allein ausreichend, wie

Beispiele aus dem amerikanischen (Beispiel Las Vegas, Kalifornien) oder auch aus dem südeuropäischen Raum (Zaragossa) zeigen. Bei der Lösung lokaler oder regionaler Versorgungsprobleme wird nach wie vor auf die mittlerweile etablierten Maßnahmen eines Demand-Side-Management gesetzt (Wassersparen, effiziente Nutzung von Wasser, veränderte Tarifstrukturen), nicht selten jedoch auch klassisch auf ingenieurwissenschaftliche Lösungen (großräumiger Wassertransfer, Erschließung neuer Ressourcen durch Meerwasserentsalzungsanlagen etc.).

- Die Überalterung der Netzinfrastruktur und die Notwendigkeit einer grundlegenden Sanierung der Infrastrukturanlagen werden zwar als Anlässe benannt, die sich damit öffnenden „*windows of opportunity*“ für einen Umstieg auf einen anderen Entwicklungspfad, spielten in den Fallbeispielen jedoch als Begründung kaum eine Rolle. Dies ist ganz wesentlich mit darauf zurückzuführen, dass in der Mehrheit der Fälle das entsprechende Gebiet entweder infrastrukturell gar nicht erschlossen war (Beispiel Aurora, Lanxmeer, Leidsche Rijn) oder aber von vornherein unstrittig war, dass die vorhandene Infrastruktur im Rahmen der Stadterneuerung sowieso grundsätzlich neu ausgerichtet werden musste (Hammarby Sjöstad, Thames Gateway).
- Wichtige Impulse dürften zukünftig vor allem von den Entwicklungen auf den Energiemärkten ausgehen: die Verknappung fossiler Energieressourcen, Energiepreissteigerungen und die Notwendigkeit einer Reduktion der klimarelevanten Gase treffen auch die Wasserwirtschaft. Während das Beispiel *Zonneterp* ganz eindeutig energiepolitisch motiviert ist, werden in den meisten anderen Fallbeispielen alternative Wasserver- und Abwasserentsorgungskonzepte zu einem integralen Bestandteil umfassender energie- und klimapolitischer Konzepte und Initiativen².
- Mitchell u.a. 2008 sehen im Trend zu *medium density development* innerhalb urbaner Räume den nach ihrer Ansicht zukünftig wichtigsten Treiber für die Umsetzungen dezentraler Lösungen. Diese Einschätzungen sind vor dem Hintergrund amerikanischer und australischer städtebaulicher Erfahrungen getroffen. Die in Deutschland und auch in anderen europäischen Staaten zu beobachtenden Reurbanisierungstendenzen und die „*Compact City*“-Debatten lassen hier auch andere Schlussfolgerungen zu.
- Schrumpfungsprozesse als mehrdimensionales Problem spielen bislang im internationalen Kontext keine explizite Rolle; ein demografischer Wandel wird zwar erkannt (hier vor allem Änderungen in der Bevölkerungsstruktur), bislang ist dies aber nicht Anlass für eine grundlegendes Überdenken der Ver- und Versorgungsstrukturen gewesen. Dies gilt allenfalls in Städten, in denen sich Bevölkerungsrückgang und demografische Prozesse kleinräumig niederschlagen. Die Entstehung von Industriebrachen oder der wirtschaftliche Niedergang von Problemstadtvierteln hat in vielen Städten zu Revitalisierungsprojekten geführt, in denen dann auch neue Konzepte umgesetzt werden.

2 Zwar geht man in der Regel davon aus, dass der Übergang von zentralen auf dezentrale Systeme den spezifischen Energieverbrauch reduziert, offen bleibt jedoch, wie die Energiebilanz eines vollständig dezentralisierten Systems aussieht und ob nicht auch Nachhaltigkeit mit Einbußen in der Versorgungssicherheit erkauft wird; siehe etwa Fernandez u.a. 2008.

5.2.2 Pull factors

Im Gegensatz zu den *push factors* wirken *pull factors* in Richtung auf eine verstärkte Umsetzung von dezentralen Lösungen.

- Sowohl die Fallbeispiele als auch zahlreiche vergleichende Untersuchungen (Rijke 2007; Etnier 2007; Davidson 2008) zeigen deutlich, dass es für den Erfolg eines Projekts von ganz zentraler Bedeutung ist, ob es bestimmte Akteure oder Akteursgruppen gibt, die von den Vorteilen neuartiger oder allgemeiner von Nachhaltigkeitskonzepten überzeugt und die bereit sind, auch vorhandene Widerstände zu überwinden. Auffällig ist z.B., dass erfolgreiche Projekte oft im Zusammenhang mit Großereignissen stehen, deren Vorbereitung und Durchführung massive Investitionen erfordern und städtebaulich neue Konzepte begünstigen. In den Metropolen spielten hier Sportereignisse wie die Olympischen Spiele bzw. Standortbewerbungen eine wichtige Rolle. Zu verweisen ist hier etwa auf das schwedische und das japanische Fallbeispiel. Auch das Beispiel *Thames Gateway* ist zumindest zum Teil durch die Planungen in Zusammenhang mit den kommenden Olympischen Spielen zu sehen. Vergleichbare Entwicklungen gab es auch in der Metropolregion Sydney (Mitchell 2008).
- Es müssen jedoch nicht immer Gebietskörperschaften oder staatliche Institutionen sein, von denen diese konkreten Initiativen ausgehen; wie etwa die niederländischen Beispiele Lanxmeer und auch Zonneterp zeigen, können auch von privaten Akteuren oder Initiativen die entscheidenden Impulse ausgehen, in dem es ihnen gelingt, gesellschaftliche Trends aufgreifen und in konkrete Vorhaben einzubringen.
- Als wichtiger *pull factor* dürfte sich jedoch für die Zukunft die Etablierung von „*green building rating systems*“ erweisen. Die zahlreichen – freiwilligen oder auch verpflichtenden – Standards für nachhaltiges Bauen und Entwerfen werden bei den konkreten Planungen in immer stärkeren Maße berücksichtigt werden bzw. werden müssen. Dies schafft damit auch die Voraussetzungen für die Umsetzung alternativer Ver- und Entsorgungskonzepte jenseits der Gebäudeebene. Die etwas ausführlicher beschriebenen Codes for sustainable homes stehen nur als Beispiel für eine wachsende Zahl vergleichbarer Initiativen auch in anderen Ländern. Diese Gebäudebewertungssysteme sind auch aus einem anderen Grund bedeutsam: sie werden dafür sorgen, dass sich ein Markt für bestimmte Technologien und Konzepte soweit entwickelt, dass langfristig damit auch Kostenvorteile (economies of scale) oder Lerneffekte realisiert werden können.

5.3 Enablers: Der institutionelle Rahmen

Zwar zeigt sich in der Auswertung der internationalen Literatur und auch der Fallbeispiele, dass geeignete Technologien vorhanden sind (Staben 2008), mit denen eine Transformation der Siedlungswasserwirtschaft möglich wäre. Teilweise wird entsprechend von einem siedlungstechnischen oder auch wasserwirtschaftlichen „Paradigmenwechsel“ gesprochen. Zudem gibt es zahlreiche Trends, die eine Transformation der Ver- und Entsorgungsstruktur begünstigen. Dennoch sind erfolgreiche – aber auch gescheiterte – Vorha-

ben jeweils vor dem Hintergrund des jeweiligen institutionellen Rahmens zu sehen. Die vorhandene Planungs-, Management- oder auch Finanzierungspraxis kann einen Wandel fördern oder behindern, und letzteres selbst dort, wo die Vorteile alternativer Konzepte ganz offensichtlich sind. So sind zwar in Australien und vor allem auch in den USA dezentrale oder semi-zentrale Konzepte insbesondere bei der Abwasserbehandlung weit verbreitet: dennoch ist nach vorliegenden Untersuchungen ihre Umsetzung doch hinter den Erwartungen zurückgeblieben: „*there is no doubt that we have the technology for the job – the limitation is in the institutional arrangements, appropriate regulations and management of the technology to ensure that, at a minimum, public health and environmental risks are mitigated*“ (Mitchell u.a. 2008; siehe auch Nelson 2008a, b; Etnier 2007).

Unter den Begriff der „*enablers*“ fassen Mitchell u.a. die Faktoren, mit denen diese institutionellen Barrieren und Hemmnisse umgangen werden können³. Das institutionelle Klima umfasst sehr unterschiedliche Punkte. Es kann sich dabei um die Praxis der Planung, der Infrastrukturfinanzierung oder auch im weitesten Sinne der Regulierung potenzieller Anbieter von Ver- und Entsorgungsdienstleistungen handeln. So kann die Umsetzung neuartiger Konzepte auch mit davon abhängen, ob es etwa privaten Unternehmen oder Entwicklungsträgern erlaubt ist, in dem jeweiligen Gebiet auch eine quasi öffentliche Ver- und Entsorgung zu betreiben. Diese Frage kann sich z.B. dort stellen, wo Nachhaltigkeitskonzepte in neu erschlossenen Wohngebieten oder auf Sanierungsflächen umgesetzt werden. In den Fallbeispielen wurden die Konzepte jedoch bisher ausschließlich von den bereits vorhandenen kommunalen oder regionalen Versorgungsunternehmen umgesetzt (Hammarby, Lanxmeer, Leidsche Rijn; Aurora etc)⁴.

Der Siedlungswasserwirtschaft wird allgemein – ob zu Recht oder zu Unrecht – eine eher konservative Grundhaltung unterstellt, die zu einem Denken in traditionellen Strukturen und Konzepten führt. In diesem Zusammenhang können mehr oder weniger verbindliche Richtlinien oder auch Planungskonzepte eine durchaus wichtige Rolle spielen, um die Bereitschaft zu erhöhen, sich auf die Unsicherheit eines Richtungswechsels einzulassen,

3 In einer Studie für die amerikanische Environmental Protection Agency (EPA) haben Etnier u.a. (2007) die Barrieren untersucht, die einer Umsetzung von dezentralen Lösungen im Abwasserbereich entgegenstehen. Der Fokus liegt dabei auf der Rolle der Ingenieure; hervorgehoben werden dabei vor allem fehlendes Wissen über alternative Techniken, aber auch die mangelnde Fähigkeit des Denken in systemischen Zusammenhängen. Man wird jedoch davon ausgehen können, dass die Weiterentwicklung der Curricula und die zahlreichen Initiativen in den letzten Jahren mit dazu beitragen, diese Defizite zumindest zu mindern.

4 Dieser Punkt berührt auch die ordnungspolitische Debatte um die Möglichkeiten der Einführung von Wettbewerb in der Wasserwirtschaft. Während in England der Markt vollständig geöffnet ist und – wenn auch nur im begrenzten Umfang – neue Anbieter auf den Markt getreten sind, handelt es sich bei Schweden, Australien, Neuseeland und den Niederlanden um Länder, deren Ver- und Entsorgungswirtschaft durch öffentlich-rechtliche Unternehmen bestimmt ist. Marktzutritt ist hier allenfalls im Bereich der Ver- und Entsorgung von (industriellen) Großkunden möglich. Die industrielle Wasserversorgung kann durchaus ein wichtiger Impulsgeber für neuere Konzepte sein (The Chartered Institution of Water and Environmental Management 2007). Einige interessante Ansätze ergeben sich hier auch im Rahmen von Industrieprojekten, die auf der Basis der „industrial ecology“-Modelle umgesetzt werden (Niwa 2007; Chertow 2002; Cohen-Rosenthal/Brings Jacobsen 2006). Dabei liegt zwar ein Schwergewicht auf dem Aufbau geschlossener Kreisläufe in der Ver- und Entsorgung innerhalb von Industrieparks, sowohl die ökonomisch-technischen als auch die institutionellen Rahmenbedingungen weichen hier jedoch deutlich ab von denen, die bei der Entwicklung städtischer Wohngebiete sich ergeben.

sich folglich mit neuartigen Konzepten zur befassen und entsprechende Umsetzungen einzuleiten. Zu verweisen ist hier unter anderem auf das *Eco-Town*-Konzept oder die Verpflichtung zur Vorlage von *Strategic Direction Statements*. Auf nationaler (Beispiel USA, Australien, Neuseeland), aber auch auf internationaler Ebene (WHO) liegen des weiteren unzählige Guidelines zu verschiedenen Technikoptionen vor, die geeignet erscheinen, hier entsprechende Planungen anzustoßen.

5.3.1 Räumliche Bezugsebene

Der Forschungsverbund netWORKS befasst sich mit der Frage der Transformation der kommunalen Wasserwirtschaft und legt dabei den Schwerpunkt auf die Untersuchung der Möglichkeiten und Grenzen, entsprechende Prozesse innerhalb des Infrastrukturbestandes vorzunehmen. Im Zuge der sehr breit angelegten Auswertung der internationalen Literatur konnten keine Beispiele eruiert werden, bei denen es zu einem vollständigen Umbau eines bestehenden und noch funktionsfähigen zentralen Systems, beispielsweise einer gesamten Umkonfiguration in Richtung auf stofflich und räumlich differenzierende (z.B. dezentrale oder semizentrale) Ansätze gekommen wäre. Natürlich gibt es zahlreiche Beispiele, in denen auch innerhalb bestehender Strukturen *on-site*-Konzepte umgesetzt worden. Diese bleiben dann häufig Einzelfälle ohne nennenswerte Implikationen für das Gesamtsystem. Nur in Ausnahmefällen sind Neukonfigurationen der Infrastruktur durch Vernetzung von zentralen und dezentralen/semizentralen Ansätzen entstanden. Wie die japanischen Beispiele zeigen, konnten die innovativen Komponenten unter Wachstumsbedingungen zusätzlich zu dem bestehenden System eingeführt werden und führen so zu einem differenzierten Parallelbetrieb unterschiedlicher Infrastrukturen (Fukuoka City). In derartigen Situationen sind auch höhere Betriebskosten dann eher aufzufangen und über den Preis auf eine wachsende Nachfrage umzulegen.

Die Literaturanalyse hat mit Blick auf innovative wasserwirtschaftliche Ansätze unterschiedliche räumliche Bezugsebenen gebracht. Zu differenzieren ist dabei nach Lage und städtebaulicher Funktion des Gebietes und damit zum Teil zusammenhängend auch nach der Größe. Für die Realisierungschancen können Größe und Lage des Areals durchaus von Bedeutung sein.

Eine sehr breite Literatur befasst sich mit Fragen der effizienten Ressourcennutzung und thematisiert die instrumentelle sowie institutionelle Ausgestaltung von nachhaltigen Wasserwirtschaftsstrategien. Hier stehen sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte der Ressourcenbewirtschaftung im Vordergrund. Als sinnvolle räumliche Bezugsebene haben sich vor allem Flusseinzugsgebiete herausgestellt. Die Diskussion steht hier vor allem im Zusammenhang mit Konzepten der EU-Wasserrahmenrichtlinie und des *Integrated Water Resource Management*. Zwar sind Rückwirkungen auf die Ebene von städtischen Räumen und die für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung zuständigen Organisationen bzw. Unternehmen vorhanden (Grundwassermanagement, Qualitätssicherung, Hochwasserschutz); diese Ansätze wurden jedoch nicht weiter untersucht.

Für die Fragestellung des netWORKS-Vorhabens ist eine interessante Analyse die zwischen Einzelobjekten auf der einen Seite und der regionalen Ebene auf der anderen

Seite, d.h. Vorhaben auf der Stadt- oder Stadtquartiersebene. In diesem Zusammenhang der einfachste Fall sind Projektbeispiele, die sich auf die Erschließung der sogenannten *greenfields* beziehen, das heißt neue Wohnviertel und Wohnquartiere (häufig an den Rändern der Städte). In diesen Fällen kann sowohl die interne infrastrukturelle Erschließung als auch die Anbindung an die vorhandene Netz erfolgen, ohne dass es im nennenswerten Umfang zu Problemen im Zusammenhang mit *sunk costs* und Pfadabhängigkeiten käme. Da diese Areale vollständig neu erschlossen werden, ist auch die Einbindung der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung in ein übergreifendes Infrastrukturmodell möglich.

Weitere Beispiele nachhaltiger wasserwirtschaftlicher Infrastruktur innerhalb von Städten und verdichteten Gebieten befassen sich mit „*brownfields*“, also große Industrie- und Gewerbebrachen, die oft im Rahmen städtebaulicher Programme eine Aufwertung erfahren. Als Beispiele dafür stehen unter anderem Teile des Projekts *Thames Gateway* und das Projekt *Hammarby Sjöstad*. In diesen und anderen in der Literatur dokumentierten Fällen war die Infrastruktur jedoch regelmäßig nicht mehr vorhanden (bzw. nicht mehr funktionsfähig). Damit ergeben sich hier im Wesentlichen die gleichen Ausgangsbedingungen wie im Fall der *greenfields*.

Unterschiedliche Entwicklungspotenziale können sich ergeben, wenn man die räumliche Ausdehnung mit in Betracht zieht. In den meisten dokumentierten Fallbeispielen wird den Konzepten des *water sensitive urban design* besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Diese Ansätze sind sehr flächenintensiv; allein aus diesem Grund eignen sie sich nur bedingt für Lösungen innerhalb des Bestandes und dürften selbst bei den sogenannten *brownfield*-Lösungen nicht einfach zu realisieren sein, da gerade bei der Revitalisierung der in der Regel innenstadtnahen Flächen nicht nur aus ökologischen, sondern auch aus ökonomischen Gründen auf eher hoch verdichtete Bauweisen gesetzt wird⁵.

5.3.2 Einbindung in Planungskonzepte

Zahlreiche Fallbeispiele einer nachhaltigen Siedlungswasserwirtschaft sind eingebunden in umfassendere lokale oder regionale Entwicklungskonzepte oder auch in Nachhaltigkeitsinitiativen (Lanxmeer, Leidsche Rijn, Three Water Valley, Hammarby Sjöstad, Thames Gateway, Fukuoka City). Diese Integration spiegelt den Umstand wider, dass bei Vorhaben nachhaltiger Stadtentwicklung das Thema Wasser einen ganz zentralen Stellenwert einnimmt und auch die ökonomische und ökologische Vorteile der neueren Ver- und Entsorgungskomponenten sich oft dann erschließen, wenn sie etwa in energiewirtschaftliche Konzepte eingebunden sind.

Die Einbindung in umfassendere Konzepte schafft auf jeden Fall günstigere Bedingungen für die Realisierung. Die Vorhaben finden eine besondere politische Unterstützung und in der Regel eine zusätzliche finanzielle Förderung. Bei der Planung und in der Umset-

5 So etwa Palaniappan u.a. (2007) und auch Butler/Makropoulos (2006), die vor allem die trade offs zwischen Flächenverbrauch, Wasser- und Energienutzung bei alternativen Versorgungskonzepten thematisieren.

zungsphase lassen sich mit Verweis auf dem Modellcharakter zudem vorhandene Hemmnisse, die sich unter anderem aus dem Planungsrecht oder sonstigen gesetzlichen Vorgaben ergeben, sicherlich einfacher umgehen (Beispiel Lanxmeer). Der Pilotcharakter vieler Vorhaben erschwert auf der anderen Seite natürlich die Übertragbarkeit der Erfahrungen auf Projekte der täglichen Planungspraxis.

Im Zusammenhang mit der Realisierung der Vorhaben im Rahmen regionaler Planungskonzepte ist ein Aspekt herauszustellen, der auch auf einen möglichen Paradigmenwechsel in der Planung verweist: Die Konzepte sind einerseits sehr langfristig ausgerichtet. Sie basieren häufig auf Szenarienergebnissen (Thames Gateway, Aurora Estates, Three Waters Valley), und sie sind teilweise mit quantifizierten Zielvorgaben versehen (Thames Gateway, Hammarby Sjöstad). Diese langfristige Ausrichtung wird auf der anderen Seite kombiniert mit einem flexiblen Planungsansatz, der nicht auf einen „großen Wurf“ setzt, sondern als iterativer, kontinuierlicher Prozess gestaltet ist (Three Waters Valley). So wird ein Umgang mit der unsicheren Prognosesituation und der Unsicherheit über das künftige siedlungstechnische Paradigma möglich. Weiterhin können so Erfahrungen aus der Realisierung von neuen spezifischen Lösungsoptionen gewonnen und dann zeitnah in die weitere Entwicklung eingebracht werden.

5.3.3 Die Rolle der Ver- und Entsorgungsunternehmen

Im Hinblick auf die Ausnutzung der stofflichen und räumlichen Differenzierungspotenziale rückt die Rolle der Ver- und Entsorgungsunternehmen in den Vordergrund. Die entscheidende Frage ist dabei, ob und unter welchen Bedingungen sie bereit sind, sich mit neuen Versorgungs- und Verwertungsoptionen auseinanderzusetzen, neue Entwicklungen anzustoßen oder aber derartige Transformationsprozesse tendenziell verhindern oder zumindest hemmen. Anhand der Fallbeispiele wird die sehr unterschiedliche Funktion deutlich. Teilweise übernehmen sie eine pro-aktive Rolle bei der Planung und Realisierung der Projekte, in anderen Fällen sind sie in Projekte zwar eingebunden worden bzw. sind zwar Ausführende und Betreiber, setzen dabei aber nur politische Vorgaben um. In anderen Fällen wird die Funktion der Unternehmen ganz nicht explizit gemacht, was darauf hindeutet, dass sie – obgleich Infrastrukturbetreiber – eher von nachrangiger Bedeutung waren.

Viele Vorhaben sind zunächst als Modellprojekte oder Pilotstudien initiiert worden. In einigen Fällen spielten Versorgungsunternehmen dabei eine ganz entscheidende Rolle (Hammarby Sjöstad) oder sind bereits zu einem sehr frühen Planungszeitpunkt mit eingebunden worden (Niederlande, UK, Australien). Man kann in den meisten Fällen davon ausgehen, dass vor allem öffentliche Unternehmen zu einem solchen Engagement bereit sind bzw. mittels politischen Einflusses bewegt werden können. Dies gilt z.B. für Schweden als Land mit einer ausgeprägten kommunalen Orientierung in der Siedlungswasserwirtschaft, aber auch für die Niederlande, wo die Wasserversorgungsunternehmen Aktiengesellschaften sind, die sich vollständig im Besitz der Kommunen und Provinzen befinden. Etwas anders gestaltet sich die Situation in England, wo es sich um vollständig privatisierte Unternehmen handelt, die einer strikten ökonomischen und ökologischen Re-

gulierung unterworfen sind. Dort wird im Rahmen der Regulierung versucht, den Unternehmen entsprechend Anreize zu geben, damit auch langfristige Herausforderungen entsprechend berücksichtigt werden. In allen analysierten Fallbeispielen werden die die schon bisher für die lokale Ver- und Entsorgung zuständigen Betreiber (incumbents) angesprochen.

Projekt	Position der Unternehmen
Thames Gateway	Zentrale Rolle als Akteur
Leidsche Rijn	Mit eingebunden, eher abwartend
Zonneterp	Nicht explizit thematisiert
Lanxmeer	Mit eingebunden, eher abwartend
Aurora Estate	Mit eingebunden, eher abwartend
Three Water Vision	Zentrale Rolle im Planungsprozess
Hammarby Sjöstad	Zentrale Rolle von Stockholm Water Works
Fukuoka City	Nicht thematisiert

Sieht man von den spezifischen Bedingungen dieser Modellvorhaben ab, dann bleibt die Frage, welche Schlussfolgerungen sich für die zukünftige Position der Unternehmen ergeben und wie ein mögliches „Geschäftsmodell“ aussehen kann. In den bisherigen zentralen Strukturen sind die Aufgaben öffentlichen oder in wenigen Fällen auch privaten Unternehmen übertragen, die als lokale oder regionale Monopolisten fungieren. Die gesamte öffentliche Infrastruktur, also Netze sowie Aufbereitungsanlagen sind in der Verfügung (meist auch im Besitz) des Unternehmens; es versorgt alle angeschlossenen Verbraucher mit gleichartigen Leistungen und berechnet einheitliche Tarife. Dieses Modell ist mit Abweichungen in allen betrachteten Ländern vorzufinden.

Die Frage der Transformation von Infrastrukturen wirft nicht nur technische, sondern auch Fragen der organisatorisch-institutionellen Absicherung auf. In der Vergangenheit bestanden dezentrale Lösungen im Wasser- und Abwasserbereich vorwiegend als *on-site*-Konzepte auf der Ebene von Einzelgebäuden oder isolierten Einzelobjekten. Die Entscheidungen über Art, Umfang und auch Zeitpunkt der Realisierung neuer Techniken lag hier bei den Hauseigentümern, die in der Regel zugleich Eigentümer der Anlagen sind; teilweise stellen hygienisch oder umweltrechtliche Gründe den Ausgangspunkt für eine solche Entscheidung dar⁶. Diese Investitionsentscheidungen werden aber in der Regel getroffen, ohne dass es hier zu Vereinbarungen mit dem öffentlichen Versorgungsunternehmen gekommen ist bzw. kommen musste⁷. Rückwirkungen auf das gesamte Versorgungsnetz konnten auch insofern unberücksichtigt bleiben, da der Umfang der realisierten

6 Es wird von der Stellung der Gesundheits- oder der Wasserbehörde abhängen, wie weit sie den Hausbesitzern hier Vorgaben machen kann.

7 Dies ist mit abhängig von den konkreten gesetzlichen Rahmenbedingungen, d.h. etwa davon, ob es Anschluss- und Benutzungszwänge gibt.

Einzelprojekte noch überschaubar war. Die Situation und das Verhältnis von öffentlichem und privatem Sektor ändern sich in dem Moment, wo die Zahl der dezentralen Lösungen steigt und auch komplexere Konzepte zur Anwendung kommen. Hauseigentümer sind nicht notwendigerweise gezwungen, öffentliche Wasser-/Abwasserunternehmen einzusetzen, sondern sie können für den Bau und die Unterhaltung ihrer Anlagen auf (Contracting-)Unternehmen zurückgreifen. In den amerikanischen Studien wird darauf verwiesen, dass einerseits öffentliche Unternehmen oft eher zurückhaltend dabei sind, sich auf diesen neuen Märkte zu engagieren, gleichzeitig aber private Unternehmen zukünftig nicht allein in der Lage sein werden, allen Anforderungen gerecht zu werden. Die Zurückhaltung öffentlicher Unternehmen wird in der Literatur eher allgemein mit eher konservativen Strukturen innerhalb des Sektors erklärt, aber auch mit dem Hinweis darauf, dass sich Unternehmen mit den neuen Strukturen (Koordination unterschiedlicher Interessen und Aktivitäten zahlreicher Akteure) überfordert fühlen. Die herausgehobene Rolle des privaten Sektors wird auch erklärt mit der Erwartung der Hauseigentümer und der Entwicklungsträger, dass private Anbieter über mehr technisches Know-how verfügten (Nelson 2008a, b).

Mit diesen organisationsrechtlichen Fragestellungen wurde sich bislang vor allem in den Ländern befasst, in denen die Zahl der alternativen Konzepte zugenommen hat, d.h. vor allem in den USA und Australien⁸. Während in Australien bislang noch die öffentlichen Unternehmen dominieren (Beispiel Aurora Estate), ist die Bandbreite der Lösungen in den USA deutlich größer. Hingewiesen wird aber in beiden Ländern auf die Möglichkeit bzw. Notwendigkeit neuer Kooperationsformen zwischen öffentlichen Unternehmen, Kommunen und privaten Sektor, wobei Standard- und Normsetzung durch eine übergeordnete staatliche Ebene übernommen werden sollte. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei Entwicklungsagenturen und Projektentwicklern sowie den privaten Technikanbietern geschenkt werden müssen, die als *early mover* für die Durchsetzung eine wichtige Rolle spielen.

Mit Blick auf die Kooperation zwischen öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen und den privaten Eigentümern sind unterschiedliche Varianten des Public-Private-Partnership festzustellen. Es gibt kein Standardmodell, da alle Varianten sehr kontextabhängig sind. In den USA ist die grundsätzliche Bewertung der Rolle des privaten Sektors nicht einheitlich. So hat die Environmental Protection Agency zumindest in der Vergangenheit eher auf öffentlich-rechtliche Strukturen gesetzt und dabei auch die Übernahme der dezentralen Anlagen in öffentliches Eigentum nicht ausgeschlossen.

Die EPA hat sich in der Zwischenzeit intensiver auch mit dem Managementproblem dezentraler Konzepte befasst und dabei den Begriff der *responsible management entity* (RME) entwickelt. Sie unterscheidet dabei nach Ausmaß und Intensität der Kooperation fünf Grundmodelle. Von Interesse sind vor allem die Level 4 und 5, da sie am ehesten mit dezentralen Systemen in Verbindung gebracht werden können. Bei Level 4 haben die RME die Zuständigkeit für Unterhaltung und Betrieb, das Eigentum der Anlagen bleibt bei

8 Die Diskussion in Großbritannien ist vor dem Hintergrund des ganz speziellen Ordnungsrahmens zu sehen; die Funktion neuer Marktteilnehmer und spezialisierter Anbieter wird dort primär unter wettbewerbspolitischen Gesichtspunkten gesehen.

on-site-Anlagen bei den Immobilienbesitzern oder bei größeren dezentralen Anlagen bei einem Eigentümerkollektiv. Bei Level 5-Modellen ist die RME auch im Besitz der Anlagen und ist gleichzeitig zuständig für den Betrieb.

In der Praxis haben sich verschiedene Modelle durchgesetzt. Die verantwortlichen Träger sind dabei entweder

- öffentliche Träger bzw. öffentliche Unternehmen,
- nicht gewinnorientierte ländliche Energieversorger, die in den Abwasserbereich expandieren,
- special purpose districts: Entwicklungsträger, die sowohl Abwasserdienstleistungen als auch andere Infrastrukturdienste anbieten, und
- private Unternehmen.

Private Anbieter entwickeln ihr *business model* immer im jeweiligen lokalen Kontext, da sie oft als spezialisierte Dienstleistungsanbieter an mehreren Standorten tätig sind, können sie zudem bestimmte Kostenvorteile realisieren. Öffentliche Träger haben andererseits den Vorteile, dass sie über mehr rechtlich-planerische Kompetenzen verfügen und von daher größere Möglichkeiten haben, Vorhaben voranzutreiben und einen hohen Anschlussgrad zu sichern. Sie dürften auch hinsichtlich einer koordinierten Transformation der zentralen Infrastruktur im Vorteil sein, da ihnen bekannt ist, in welchen Teilräumen sich „windows of opportunity“ für eine Umgestaltung der Netze ergeben.

Für die Anbieter der Ver- und Entsorgungsleistungen sind vertragliche Regelungen mit den jeweiligen Hauseigentümern notwendig, um eine ausreichende wirtschaftliche Sicherheit zu erlangen. Die Ausgestaltung der Verträge wird jeweils durch die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten mitbestimmt, wird aber jeweils die folgenden Punkte mit ansprechen müssen:

- Eigentum an den Anlagen,
- öffentliche oder private Rechtsform,
- vertragliche Beziehungen zwischen zuständigen Unternehmen und Anlagenbetreibern,
- finanzielle Arrangements. Wer trägt die Baukosten, wie werden Kosten verteilt und wie werden Preise gesetzt?
- Wie sind die Risiken und Verantwortlichkeiten verteilt etc.?

Dieser Punkt führt zu einem entscheidenden Aspekt, der in den Fallbeispielen jedoch eher etwas stiefmütterlich behandelt wird: die Frage, womit die Entscheidung begründet wird. Die Entwicklung differenzierter, integrierter wasserwirtschaftlicher Ansätze wird in den meisten Studien mit der ökologischen Vorteilhaftigkeit begründet; mit mehr oder weniger explizitem Bezug zur Nachhaltigkeitsdebatte wird auch die soziale (Partizipation der Bürger, Steuerung im lokalen Kontext), insbesondere aber auch die ökonomische Komponente herausgestellt.

Insbesondere in den Regionen und Kommunen mit Versorgungsengpässen basiert die Entscheidung für alternative Ver- und Entsorgungslösungen in der Regel auf Kosten-Nutzen-Analysen unterschiedlicher Optionen (Groves u.a. 2008). Die Erstellung dieser

Analysen sind methodisch nicht ganz einfach⁹ (Mitchell 2007; McKibbin 2008); notwendig ist die Festlegung der Systemgrenzen und die Bestimmung einer *base case*, d.h. welche Option wäre bei einer Fortsetzung der bisherigen Versorgungslogik umgesetzt worden. Diese Variante ist dann die Referenz, an der sich dann alle anderen Optionen messen lassen müssen. Die Festlegung dieses Referenzszenarios ist stark von den lokalen Bedingungen abhängig. Enthalten sein kann darin der Ausbau zusätzlicher Wasserwerks- oder Klärwerkskapazitäten, die Erschließung neuer Wasserquellen im Umland oder die Aufnahme einer Fernwasserversorgung.

Die unmittelbaren Konstruktionskosten der Technikooptionen sind sehr unterschiedlich und variieren auch innerhalb der Option (Young 2007), wobei hier vor allem die Größe der Anlagen mitentscheidend ist. In britischen Untersuchungen wird häufig mit Verweis auf noch nicht ausgeschöpfte Größenbetriebsvorteile von weiteren Zentralisierungstendenzen in der Wasserversorgung ausgegangen, während in der Abwasserentsorgung die *economies of scale* nicht mehr wirksam werden, sondern kleinräumige, dezentrale Lösungen unter Berücksichtigung der spezifischen örtlichen Bedingungen auch betriebswirtschaftliche sinnvolle Lösungen darstellen. Offen bleibt dagegen beim gegenwärtigen Debattestand die Frage nach optimalen Größenordnungen von Anlagen und Konzepten, die auf eine verstärkte Integration von Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Niederschlagsmanagement und Energieproduktion setzen. Möglicherweise setzt hier die technische und organisationsrechtliche Komplexität dann der Dezentralität doch Grenzen. Die besondere Größe einiger der realisierten Projekte (Fukuoka City, Aurora Estate, Thames Gateway, Hammarby Sjöstad, Leidsche Rijn) könnte ein Indiz dafür sein.

Eine Kosten-Nutzen-Analyse kann sich nicht allein auf die Effekte beschränken, die unmittelbar am Standort der dezentralen Anlagen anfallen, sondern muss zumindest die Auswirkungen auf das gesamte städtische Ver- und Entsorgungssystem erfassen, d.h. etwa das Ausmaß zusätzlicher oder eventuell auch vermiedener Infrastrukturfolgekosten an andere Stelle im System. In zahlreichen, in der Literatur dokumentierten Beispiele ist dies immer eher pragmatisch gelöst worden. In den Fällen, in denen die wasserwirtschaftlichen Innovationen als Bestandteil umfassenderer Konzepte umgesetzt werden, ergibt sich eine zusätzliche methodische Herausforderung dadurch, dass ein nicht unerheblicher Teil der Kosten aber auch der Nutzen eben außerhalb des unmittelbaren Wassersektors anfallen (Beispiel Hochwasserschutz, Klimaschutz, Naturschutz und Biodiversitätssicherung)¹⁰.

Auch dann, wenn Kosten-Nutzen-Analysen für differenzierte/dezentrale Lösungen sprechen, hängt ihre Realisierung maßgeblich mit von der internen Verteilung der Kosten und Nutzen zwischen den Akteuren ab (und auch von der zeitlichen Verteilung) ab. Aus der Sicht etwa der Ver- und Entsorgungsunternehmen ist dann mitentscheidend, ob sie möglicherweise höhere Anfangsinvestitionen (beispielsweise durch den Aufbau doppelter

⁹ Es sei hier nur auf das grundsätzliche Problem der Monetarisierung von externen Effekten verwiesen.

¹⁰ Die Nichtberücksichtigung anderer Nutzenkategorien kann dann auch dazu führen, dass alternative Konzepte nicht weiter verfolgt werden, wenn nur wasserbezogene Vorteile erfasst werden. Im Fall Leidsche Rijn wurden daher z.B. nur geringe Umweltnutzen ausgewiesen, die dann bei der Entscheidung über die Fortführung des Konzepts auch nicht mehr ins Gewicht fielen.

Netze) auch langfristig über entsprechende Gebühren refinanzieren können, oder ob und in welchem Umfang sie in der Lage sind, den volkswirtschaftlichen Nutzen dann auch einzelwirtschaftlich zu realisieren. Im Fall des Projekts Aurora Estate wurde z.B. diskutiert, ob die Entwicklungsträger und damit auch das Versorgungsunternehmen nicht für die vermiedenen Umweltschäden kompensiert werden müssten.

Für die Ver- und Entsorgungsunternehmen ergeben sich trotz möglicherweise höherer spezifischer Anfangsinvestitionen auch betriebswirtschaftliche Vorteile. Bei einem dezentralen oder semi-zentralen System sind sie eher in der Lage, Kapitalkosten in die Zukunft zu verschieben, da sie – anders als im zentralen Modell – nun auch eine engere zeitliche Abstimmung zwischen Angebotskapazität und Nachfrage sicherstellen können.

Ein langfristig tragfähiges Geschäftsmodell für ein solches Ver- und Entsorgungsunternehmen setzt ein umfassendes und transparentes Kostenmodell voraus. Es muss Aussagen darüber enthalten, an welcher Stelle innerhalb des komplexer werdenden bzw. stärker fragmentierten Infrastruktursystems entsprechend Kosten anfallen werden und wer sie trägt. In den meisten Studien und auch in den Dokumenten zu den Fallbeispielen wird auf diese Herausforderung verwiesen; hier besteht jedoch in allen betrachteten Ländern noch ein ganz erheblicher Untersuchungsbedarf.

Aus den Fallbeispielen lassen sich zur Kosten- und Finanzierungsproblematik nur wenige verallgemeinerbare Schlussfolgerungen ziehen, zumal es sich in vielen Fällen um Modellvorhaben handelt. Die im Vergleich zu konventionellen Lösungen möglicherweise höheren Kosten stellen kein Problem dar, da man von vornherein höhere Kosten eingeplant hatte, auf eine entsprechende staatliche Unterstützung vertrauen konnte.

5.3.4 Rolle der Konsumenten

Eine Umsetzung neuartiger Ver- und Entsorgungskonzepte wirft zwangsläufig die Frage nach der Akzeptanz der Lösungen durch die Verbraucher und nach einer veränderten Gewährleistungsstruktur für die Wasserdienstleistungen auf. Hinsichtlich der Akzeptanz und dem Konsumverhalten liegen in der Zwischenzeit verschiedene Studien vor, die sich sozial-empirisch oder modellhaft mit einzelnen Technologien befassen. Aufgrund der besonderen Brisanz befassen sich die meisten Arbeiten dabei mit Wasserrecycling im weiteren Sinne (Po u.a. 2005; Jun 2006; Stenekes u.a. 2006; Hurlimann/McKay 2007). In der Vergangenheit gab es einige Projekte, die scheiterten, auch weil die Kunden den neuen Lösungen skeptisch bis ablehnend gegenüberstanden. Es kann hier nicht abschließend beurteilt, ob dieses Akzeptanzproblem jeweils ausschlaggebend war und letztlich zur Ablehnung führte. Das Projekt Leidsche Rijn liefert hier ja durchaus interessantes Anschauungsmaterial. Weltweit weisen die Akzeptanzuntersuchungen jedoch in eine andere Richtung.

Die Bereitschaft der Verbraucher, sich auf neue Konzepte einzulassen, ist von mehreren Faktoren abhängig. Dazu zählen in erster Linie die Qualität, Versorgungssicherheit und die Kosten. Aktuellere Arbeiten zeigen jedoch auch, dass gerade Qualitätsanforderungen zu managen sind und in Regionen mit besonderen Versorgungsproblemen die Qualitäts-

sicherung kein unüberwindbares Problem zu sein scheint¹¹. Dies bezieht sich in den meisten Fallbeispielen auf die Nutzung aufbereiteten Abwassers für außerhäusliche Nutzungen. In Japan gibt es jedoch auch eine hohe Akzeptanz für die Nutzung von Brauchwasser für innerhäusliche Nutzungen. Bezogen auf weitergehende Ansätze (aufbereitetes Abwasser für Trinkwasserzwecke), die bisher auch im internationalen Kontext immer noch die seltene Ausnahme darstellen (insbesondere Singapur), fehlen bisher allgemeingültige Akzeptanzuntersuchungen.

Aspekte wie Versorgungssicherheit und Kostenbelastungen lassen sich auch grundlegender im Zusammenhang mit der Frage diskutieren, ob und in welcher Weise sich mit einer Transformation der Wasserinfrastruktur die Position der Konsumenten verändert. Eine wenn auch nur schrittweise Abkehr von zentralen Ver- und Entsorgungskonzepten hat zur Folge, dass sich die Verantwortungsgefüge verändern; die Nutzer müssen häufig eine deutlich aktivere Rolle übernehmen. Anders als bei alternativen Energieversorgungskonzepten, bei denen die Konsumenten gleichzeitig auch zu Produzenten werden können, die in das allgemeine Netz einspeisen, wird eine Einspeisung dezentral aus Abwasser gewonnenen Wassers in das Trinkwassernetz bisher nicht diskutiert. Soweit es zu einer Dezentralisierung in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung kommt, stellt sich zunächst aufgrund der Abkopplung des Verbrauchers von den zentralen Netzen der Ver- und Entsorgung die Frage der Versorgungssicherheit und der Qualität der Wasserdienstleistungen. Wenn es sich um autarke (*stand alone*) Lösungen handelt, die vollständig vom zentralen Netz abgekoppelt sind, werden sich andere Probleme ergeben, als wenn die verschiedenen dezentralen Komponenten weiterhin in das zentrale System eingebunden sind. Im ersten Fall gibt der Betreiber der semi- oder dezentralen Anlage an alle angeschlossenen Nutzer das Risiko eines Systemausfalls weiter; es stellt sich die Frage nach den Sicherheitsmaßnahmen auf unterschiedlicher Ebene für Hauseigentümer und für Mieter. Im anderen Fall muss der zentrale Netzbetreiber eine redundante Infrastruktur aufrecht erhalten und dort die Qualitäten für wenige Ausnahmesituationen garantieren; es ist fraglich, ob solche Leistungen innerhalb des bisherigen Flächentarifs abgegolten werden können oder ob hier nicht neue Tarifstrukturen entstehen müssen¹². Wie und von wem werden diese Tarife festgelegt? Wie sind die Regelungen bezüglich des *service provider of last resort*? Von der Ausgestaltung eines Rechtsrahmens, der diese und die verbraucherrechtlichen Fragen beantwortet, wird es mit abhängig sein, wie schnell sich mit einem zentralen System vernetzte dezentrale Komponenten durchsetzen werden¹³.

Sowohl bei den *stand-alone*-Lösungen als auch bei den semizentralen Komponenten wird ein einwandfreies Funktionieren (Betriebssicherheit, Qualität der Aufbereitung) auch vom Einsatz geeigneter Informations- und Kommunikationstechnologien in diesem Bereich abhängen. Dies kann sich beziehen auf die Fernüberwachung semi- und dezentraler Anla-

11 Krantz (2005) untersucht am Beispiel schwedischer Modellvorhaben, wie sich Haushaltsroutinen bei der Einführung neuer Technologien verändern, bzw. wie starre Routinen die Implementierung neuer Konzepte behindern können.

12 Diese Frage dominiert natürlich nicht die gesamte Debatte.

13 Der Verband der englischen Wasserversorger (Water UK 2007) sieht z.B. einen erheblichen Forschungsbedarf bei der Frage, ob und unter welchen Bedingungen Verbraucher zukünftig auch bereit sein werden, Einschränkungen im Versorgungslevel zu akzeptieren.

gen, aber bei einer stärkeren Vernetzung der verschiedenen Komponenten möglicherweise auch auf eine Steuerung der semi- und dezentralen Anlagen in Abstimmung mit der Auslastung der zentralen Systemkomponenten. Die zuletzt genannten Ansätze sind bislang jedoch im größeren Maßstab nicht realisiert worden. In zahlreichen Studien wird zudem gerade mit Blick auf Konsumentenverhalten auf die Möglichkeiten verwiesen, real-time-Verbrauchsinformationen zu nutzen (Kenney 2008). Dies wird langfristig als Voraussetzung gesehen, neue preispolitische Konzepte umzusetzen¹⁴. In den Fallbeispielen wurden bisher diese Aspekte nicht konkret thematisiert.

Die hier dokumentierten Fallbeispiele und auch die Auswertung der internationalen Literatur haben die Chancen für eine schnelle Projektrealisierung deutlich gemacht, die sich ergeben, wenn die vorhandenen oder auch zukünftigen Nutzer ausreichend und frühzeitig informiert und soweit möglich in die Planungen mit einbezogen werden können. Dies war in Schweden und in den niederländischen Projekten der Fall; aber auch im Fall Thames Gateway übernehmen die auf der Ebene der Wasserversorgungsunternehmen organisierten Consumer Committees eine wichtige Beratungsfunktion.

Bei einigen Fallbeispielen (Niederlande, Schweden, Neuseeland, UK) ist in diesem Zusammenhang aber auch zu berücksichtigen, dass die Vorhaben Modellcharakter haben und von daher Partizipationsprozessen zwangsläufig ein besonderer Stellenwert zugewiesen wurde. Auch die (potenziellen) Bewohner waren ausreichend informiert und trafen zum Teil auch ganz bewusst eine solche Standortentscheidung.

¹⁴ Einen umfassenden Überblick über neue Tarifmodelle angesichts Ressourcenengpässe, Klimawandel etc. liefert Herrington 2007.

6. Offene Fragen

Natürlich bleiben bei dem gegenwärtig erreichten Stand der Diskussion noch viele Fragen offen; zahlreiche Aspekte, die für einen Transformationsprozess wichtig erscheinen, werden zwar thematisiert, aber nicht immer sind bereits hinreichend tragfähige Lösungen erkennbar. Mit Blick auf die Verallgemeinerung und Übertragbarkeit von Lösungen auf die speziellen Bedingungen in Deutschland ergibt sich weiterhin ein nicht unerheblicher Diskussionsbedarf.

Als wichtiges Ergebnis der Analyse bleibt festzuhalten: es gibt eine eindeutige Konzentration alternativer Konzepte auf die *Greenfields*, d.h. auf Stadt- oder Wohnviertel, die bislang infrastrukturell nicht erschlossen sind und in denen daher neue Infrastrukturmodelle realisiert werden können. Es lassen sich auf der anderen Seite kaum Lösungen im Bestand eruieren, sieht man von der Revitalisierung innerstädtischer Industriebrachen ab. Die Frage bleibt, ob diese räumliche Beschränkung gelockert werden kann: Unter welchen Bedingungen erscheint es auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll, Transformationsprozesse innerhalb des Bestandes anzustoßen? Können in diesem Zusammenhang Kosten-Nutzen-Analysen als Entscheidungsgrundlage eine wichtige Rolle spielen? Lassen sich optimale Größen für Gebiete festmachen, in denen Transformationsprozesse angestoßen werden können?

In der Mehrzahl der Fallbeispiele waren die innovativen Ansätze der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung eingebunden in umfassendere Entwicklungskonzepte und Bestandteil von Nachhaltigkeitsinitiativen. Ist die Beschränkung auf Transformationsprozesse auf Wasser und Abwasser daher zu überdenken und die Infrastruktur weiter abzugrenzen? Müssen nicht umfassende Kosten-Nutzen-Analyse entworfen werden, die sich auf die umfassenden Entwicklungskonzepte insgesamt beziehen?

Die Analyse der internationalen Beispiele hat auch die entscheidende Rolle der verschiedenen Akteursgruppen in den Transformationsprozessen deutlich gemacht. Vor diesem Hintergrund wäre zu prüfen, auf welchen Ebenen hier Anpassungen und flankierende Maßnahmen erforderlich bzw. sinnvoll sein könnten:

Kommunale Ebene

Wie lassen sich Transformationsprozesse bereits zu einem frühen Zeitpunkt in kommunale oder regionale Planungen integrieren? Gibt es bestimmte Planwerke, die sich dafür besonders eignen (Flächennutzungspläne, Bebauungspläne)? An welche Aktivitäten, etwa aus dem Bereich kommunaler Energieversorgungskonzepte, kann angeknüpft werden? Wie lässt sich der kommunale Diskurs zum Thema weiter befördern?

Unternehmensebene

Wie lassen sich kommunale Ver- und Entsorgungsunternehmen verstärkt in das Transformationsmanagement einbinden? Lassen sich unter den spezifischen Bedingungen der

deutschen kommunalen Wasserwirtschaft (Kommunalwirtschaftsgesetz, Gemeindeordnungen, Vergaberecht etc.), aber auch vor dem Hintergrund der besonderen Problemlage (Schrumpfung) typische Geschäftsmodelle entwickeln?

Staatliche Ebene

Muss langfristig über neue Wege in der Finanzierung der Transformation nachgedacht werden? Könnte in Analogie etwa zum Bereich der erneuerbaren Energien ein Finanzierungsmodell entwickelt werden, dass für Produzenten und Konsumenten Anreize schafft, neuartige Ver- und Entsorgungskonzepte umzusetzen?

Sind neue gesetzliche Regelungen erforderlich, um Transformationsprozesse anzustoßen oder zu fördern? Lassen sich etwa an Anlehnung an britische Erfahrungen zusätzliche Anforderungen an nachhaltiges Bauen in bereits vorhandene Richtlinien (Beispiel energetische Gebäudesanierung) einbinden?

Sind die bisherigen Erfahrungen mit Stadtumbauprozessen im Hinblick auf die Frage der Transformation von Infrastrukturen im ausreichenden Maße systematisch ausgewertet worden?

Verbandsebene

Inwieweit sollten die Bestrebungen um eine Modernisierung der Wasserwirtschaft um Aspekte eines Transformationsmanagements ergänzt werden? Wie kann dies gelingen und dabei zugleich die kommunale Rolle als Träger der Infrastruktur gewahrt werden? An welche verbindlichen Aktivitäten kann angeknüpft werden?

Verbraucherebene

Wie können Konsumenten verstärkt in diese Transformationsprozesse eingebunden werden?

Gibt es ausreichend Informationen über das Verbrauchsverhalten und die Präferenzen der Konsumenten?

Wie lassen sich die Verantwortungsstrukturen und daraus abzuleitende Gewährleistungspflichten bei verschiedenen Erbringern von Wasserdienstleistungen transparent halten und im Sinne des Verbraucherschutzes operationalisieren?

Literatur

- Adeli, H. (2002): Sustainable Infrastructure Systems and Environmentally – Conscious Design – A View for the Next Decade In: Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 16, No. 4, S. 231–233.
- Andel, E. van/de Zwart, F.H./van Aarssen, M.M./van Elswijk, R.E. (2003): Concept voor een energieproducerende kas. InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster. The Netherlands.
- Asano, T. (2001): Water from (Waste) Water – The Dependable Water Resource, Stockholm Water Prize Laureate Lecture. The paper will be delivered at the 11th Stockholm Water Symposium, August 12-18. Stockholm.
- Association of Metropolitan Water Agencies (2007): Implications of Climate Change for Urban Water Utilities, December. Washington, D.C.
- Australian Academy of Science (2006): Innovative technical solutions for water management in Australia. Proceedings of the High Flyers Think Tank held at the University of Adelaide, 30 October. South Australia.
- Berndtsson, J.C./Jinno, K. (2008): Sustainability of urban water system: examples from Fukuoka, Japan. In: Water Policy, Vol. 10, No. 5, S. 501–513.
- Birks, Ch. (2006): The Need for Environmental Infrastructure, Environment Agency (UK); Powerpoint Präsentation.
- Birrell, B., u.a. (2005): Impact of Demographic Change and Urban Consolidation on Domestic Water Use. Water Services Association of Australia (Occasional Paper No. 15).
- Blakely, E.J. (2007): Urban Planning for Climate Change. Lincoln Institute of Land Policy, Working Paper.
- Boberg, J. (2005): Liquid Assets How Demographic Changes and Water Management Policies Affect Freshwater Resources. The RAND Corporation.
- Brandes, O.M./Maas, T. (2007): Urban Water Soft Path. Back of the Envelope Backcasting Framework .The POLIS Project on Ecological Governance University of Victoria (POLIS Discussion Series Paper 07-02).
- Bronos, St. (2007): Access to water services for the urban poor in Europe: Characterising and considering vulnerable groups in French and English public policies. Master Thesis, Cranfield University.
- Brookhaven National Laboratory (2004): The Earth Institute at Columbia University, Electric Power Research Institute, New York Regional Energy – Water Workshop. Planning Needs, April 20. New York.
- Brown, P. R. (2007a): The importance of water infrastructure and the environment in tomorrow’s cities: In: V. Novotny and P. Brown (Eds.): Cities of the Future. Towards in-

- egrated sustainable water and landscape management. London (IWA Publishing), S. 2–7.
- Brown, P. R. (2007b): Water Resources and Land Use: Creating Sustainable Cities of the Future. Boston Society of Civil Engineers Section. Boston, Massachusetts; www.cdm.com/NR/rdonlyres/1060C39E-8A13-4916-A769-480522EEE9CB/0/2007ThomasRCampLecture.pdf (16. August 2008).
- Brown, R./Farrelly, M./Keath, N. (2007): Summary Report: Perceptions of Institutional Drivers and Barriers to Sustainable Urban Water Management in Australia. Monash University, (Report No. 07/06, National Urban Water Governance Program).
- Butler, D./Makropoulos, C. (2006): Water Related Infrastructure for Sustainable Communities. Technological Options and Scenarios for Infrastructure Systems (Environment Agency, Science Report No. SC05002501).
- Butler, D. P. Herrington (2007): Towards water neutrality in the Thames Gateway (Environment Agency, Peer reviews of Science report SC060100/SR1).
- Center for Urban Environmental Studies Northeastern University (2006): Cities of the Future „Creating Blue Water in Green Cities“. Racine/Wisconsin (Wingspread Workshop Report). SPONSORS: National Science Foundation CDM, The Johnson Foundation, International Water Association (IWA).
- Chapman, R./Goldberg, E./Salomon, G./Sinner, J. (2003): Sustainable Development and Infrastructure. Report for the Ministry of Economic Development. Auckland/NZ.
- Chertow, M. (2002): Introduction. In: M. Chertow, M. Portlock and J. Coppock (Eds.). Developing Industrial Ecosystems: Approaches, Cases and Tools. New Haven, Connecticut (Yale School of Forestry & Environmental, Studies Number 106), S. 9–22.
- Chocat, B./Ashley, R./Marsalek, J./Matos, M.R./Rauch, W./Schilling, W./Urbonas, B. (2007): Toward the Sustainable Management of Urban Storm-Water. In: Indoor Built Environ; Vol. 16, No. 3, S. 273–285.
- Cities of the Future (2006): Urban Sustainability and Water. Tagungsbericht 13. September (www.iwahq.org/uploads/conference_graphics/beijing2006/workshops/reports/%E2%80%9CCities%20of%20the%20Future%E2%80%9D%20%E2%80%93%20Urban%20Sustainability%20and%20Water.pdf).
- Clough, P./Duncan, I./Steel, D./Smith, J./Yeabsley, J. (2004): Sustainable infrastructure: A Policy Framework. Report to the Ministry of Economic Development. Wellington/New Zealand.
- Cohen-Rosenthal, E./Brings Jacobsen, N. (2006): Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark. A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects. In: Journal of Industrial Ecology, Vol. 10, No. 1-2, S. 239–255.
- Commission of the European Communities (2007): Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union. Communication from the Commission to

the European Parliament and the Council, {SEC(2007) 993} {SEC(2007) 996} Brussels, 18.7.2007 COM(2007) 414 final.

Committee on Water System Security Research, National Research Council (2007): Improving the Nation's Water Security: Opportunities for Research. Washington D.C.; www.nap.edu/catalog/11872.html.

Cooley, H., u.a. (2007): Hidden Oasis: Water Conservation and Efficiency in Las Vegas. Pacific Institute. Oakland/California.

CSIRO u.a. (2007): Infrastructure and Climate Change Risk Assessment for Victoria. Prepared for Victorian Government Victoria. Australia.

Cunningham-Sabot, E. (2006): Shrinking Cities in Western Europe: Case Studies from France and Great Britain, Presentation. Dresden.

de Graaf, R. (2005): Transitions to more sustainable urban water management and water supply. Delft (MSc Thesis Report TU Delft).

de Graaf, R.E./van de Ven, F.H.M. (2005): Transitions to more sustainable concepts of urban water management and water supply. 10th International Conference on Urban Drainage, 21-26 August. Copenhagen/Denmark.

De Vries, G. (V&L Consultants) (2006): Biogas in EVA-Lanxmeer/Bewonersmeningen. Rotterdam.

de Wilt, J./Oei, P. (2007): Greenhouse Village, the greenhouse-powered neighbourhood. In: Innovation-Network, May.

Deelstra, T., u.a. (2005): Agropolis – een symbiose tussen stad en land. InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster. Utrecht.

Department for Communities and Local Government (2006): Code for Sustainable Homes A step-change in sustainable home building practice; www.communities.gov.uk.

Department for Communities and Local Government (2007a): Code for Sustainable Homes, Technical Guide. London.

Department for Communities and Local Government (2007b): Eco-towns prospectus. London.

Department for Communities and Local Government (2007c): Thames Gateway: The Delivery Plan. London.

Department for Communities and Local Government (2008a): Eco-towns. Living a greener future. London.

Department for Communities and Local Government (2008b): The Code for Sustainable Homes: Setting the standards in sustainability for new homes; www.communities.gov.uk.

- Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) (2008a): Cave review of competition and innovations in water markets: a call for evidence. London; www.defra.gov.uk/environment/water/industry/carereview.
- Department on Environment, Food and Rural Affairs (Defra) (2007): BNWAT18: Accounting for the trade-off between energy and water use – Innovation Briefing Note. Market Transformation Programme. Version 1.3, 30; www.mtprog.com.
- Department on Environment, Food and Rural Affairs (Defra) (2008b): Future Water. The Government's water Strategy for England. London.
- Department of Water, Land and Biodiversity Conservation u.a. (2005): Water Proofing Adelaide: A thirst for change 2005–2025. Adelaide.
- DHI (2008): Linking Water, Energy & Climate Change. A proposed water and energy policy initiative for the UN Climate Change Conference, COP15, in Copenhagen 2009. Draft Concept Note.
- Diaper, C. (2004): Innovation in on-site domestic water management systems in Australia: A review of rainwater, greywater, stormwater and wastewater utilisation techniques Australian Water Conservation and Reuse Research Program. CSIRO Urban Water CSIRO MIT Technical Report 2004-073. Australien.
- Directoraat-Generaal Milieu, Directie Bodem, Water, Landelijk Gebied (2003): Beleidsstandpunt inzet huishoudwater, BWL/2003057326. Den Haag; www.vrom.nl.
- Eaves, E. (2007): 21st Century Cities: Ghost Cities Of 2100: In: Forbes 11.June (online version).
- English Partnerships. The National Regeneration Agency (2002): Utilities Infrastructure Study. London.
- Environment Agency (2007a): Developing our Water Resources Strategy for England and Wales. Consultation document. Bristol.
- Environment Agency (2007b): Hidden Infrastructure. The Pressures on Environmental Infrastructure. Report. London.
- Environment Agency (2007c): Policy Brief, Environmental Infrastructure. Bristol.
- Environment Agency (2007d): Public acceptability of water efficiency scenarios. Towards water neutrality in the Thames Gateway. (Science report: SC060100/SR2).
- Environment Agency (2007e): Summary report. Towards water neutrality in the Thames Gateway (Science report: SC060100/SR3).
- Environment Agency (2007f): Towards water neutrality in the Thames Gateway. Modelling baseline, business-as-usual and pathway scenarios (Science report: SC060100/SR1).
- Environment Agency (2007g): Water Efficiency in the South East of England Retrofitting existing homes. London.

- Environment Protection Agency – EPA (2006): Protecting Water Resources with Higher-Density Development. Washington D.C.
- Environmental Law Institute (2008): Municipal Green Building Policies. Strategies for Transforming Building Practices in the Private Sector. Washington D.C.
- Etnier, C., u.a. (2007): Overcoming Barriers to Evaluation and Use of Decentralized Wastewater Technologies and Management. Water Environmental Research Foundation. Alexandria/Virginia.
- European Environment Agency – EEA (2007): Climate Change: the Cost of Inaction and the Cost of Adaptation. Copenhagen (EEA Technical report No 13/2007).
- Fernandez, St., u.a. (2008): Trade-offs of Water and Power: Analysis of the Evolution of the Electric Grid under Water Substitution Drivers, Infrastructure Risk and Renewal: The Clash of Blue and Green – A PERI Symposium, January.
- Finka, M. (2006): Urban Shrinking Process in the Central European Space. Institute of Spatial Planning and Urban Design, SPECTRA Centre of Excellence.
- Fränne, L. (2007): Hammarby Sjöstad. Stockholm.
- Friedler, E. (2001): Wastewater Reuse: Integration of Urban and Rural Water Resources Management, in: J. A. Tejada-Guibert and Č. Maksimović (Eds.): Frontiers in urban water management: Deadlock or hope? Symposium 18-20 June 2001. Marseille, France. Paris (Technical Documents in Hydrology/Documents Techniques en Hydrologie, No. 45 UNESCO), S. 92–98.
- Fryxell, St. (2004): Planning Hammarby Sjöstad. Stockholm, PowerPoint-Presentation.
- Gaulke, L.S. (2006): Lessons Learned from Japan's System of Integrated Onsite Wastewater Management. National Onsite Wastewater Recycling Association (NOWRA) 15th Annual Conference. Denver/Colorado.
- GlashusEtt (2007a): Hammarby Sjöstad: a new city district with emphasis on water and ecology. Stockholm.
- GlashusEtt (2007b): Hammarby Sjöstad: The best environmental solutions in Stockholm. Stockholm.
- Grant, A., u.a. (2006): Sustainable Water Systems: Schemes and Technologies. Monitoring results from Inkerman D’Lux. CSIRO.
- Groves, D.G./Griffin, J./Hajiamiri, S. (2008): Estimating the Value of Water-Use Efficiency in the Intermountain West. Santa Monica/California (RAND Environment, Energy, and Economic Development).
- Groves, D.G./Fischbach, J./Hickey, S. (2007): Evaluating the Benefits and Costs of Increased Water-Use Efficiency in Commercial Buildings. Santa Monica/California (RAND Environment, Energy, and Economic Development, Technical Report).

- Guio-Torres, D.M (2006): Sustainability Indicators for Assessment of Urban Water Systems: The need for a common ground. Environmental Resources Department. UNESCO-IHE Institute for Water Education. Delft, The Netherlands First SWITCH Scientific Meeting. University of Birmingham, UK, 9-10 January.
- Hamnett, S. (2005): Adelaide as a sustainable city: water management in the broader context of sustainability. Paper available at www.pecc.org/community/papers/sctf-shanghai-2003/adelaide-hamnett.pdf.
- Hayutin, A. M. (2007): How Population Aging Differs Across Countries: A Briefing on Global Demographics. Stanford Center on Longevity.
- Hegger, D. (2007): Greening Sanitary Systems: An End-User Perspective. Dissertation. Wageningen Universiteit.
- Hellebust, A (2006): Water and Wastewater Efficiency: Optimizing the land planning, energy, ecological and agricultural dimensions. Leading Edge.
- Herrington, P. (2007): Waste Not, Want Not? Water Tariffs for Sustainability. Bristol (Report to WWF-UK, Centre for Sustainable Energy).
- Hitters, K./Kluck, J. (2005): Toekomstmuziek in de waterketen. Toekomstige technische onderzoeksbehoeften in de waterketen Kiwa Water Research.
- Howe, C./Jones, R.N./Maheepala, S./Rhodes, B. (2005): Melbourne Water Climate Change Study: Implications of Potential Climate Change for Melbourne's Water Resources. A collaborative Project between Melbourne Water and CSIRO Urban Water and Climate Impact Groups – CMIT-2005-106.
- Hurlimann, A.J. McKay (2007): Urban Australians using recycled water for domestic non-potable use. An evaluation of the attributes price, saltiness, colour and odour using conjoint analysis In: Journal of Environmental Management, Vol. 83, S. 93–104.
- Jeffrey, P. (2008): Public attitudes to In-House Water Recycling in England and Wales. In: Water and Environment Journal, Vol. 16, Issue 3, S. 214–217.
- Jenkins, S. (2008): Ecotowns are the greatest try-on in the history of property speculation, The Guardian, April 4.
- Johansson, M./Rauhut, D. (Eds) (2005): ESPON project 1.1.4: The Spatial Effects of Demographic Trends and Migration. Swedish Institute for Growth Policy Studies. Stockholm.
- Jollands, N., u.a. (2007): The climate's long-term impact on New Zealand infrastructure (CLINZI) project – A case study of Hamilton City, New Zealand: In: Journal of Environmental Management, Vol. 83, S. 460–477.
- Jun, N., u.a. (2006): Consumer Acceptability Assessment of Drinking Water using Choice Experiments. In: Environmental Science 19, S. 355–364.
- Juuti P./Katko, T. (Hrsg.) (2005): Water, Time and European Cities. History Matters for the Futures; www.watertime.net/Docs/WP3/WTEC.pdf (17.6.2006).

- Kallis, G./Coccosis, H. (o.J.): Sustainable Management of Water Supplies for Developed Urban Areas: Issues, Perspectives and a Vision. Environmental Planning Laboratory, Department of Environmental Studies. Athen.
- Kaminski, L.E. (2004): Public Sector Water Conservation: Technology and Practices Outside the Great Lakes – St. Lawrence Region.
- Kärrmann, E. (2001): Strategies towards sustainable wastewater management. In: Urban Water, Vol. 3, S. 63–72.
- Keirle, R./Hayes, C. (2007): A Review of Climate Change and its Potential Impacts on Water Resources in the UK E-Water. Official Publication of the European Water Association (EWA).
- Kenney, D. S., u.a. (2008): Residential Water Demand Management: Lessons from Aurora, Colorado. In: Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), Vol. 44, No. 1, February.
- Keremane, G.B./McKay, J. (2007): Successful Wastewater Reuse Scheme and Sustainable Development: a case study in Adelaide: in: Water and Environment Journal 21, S. 83–91.
- Kiwa N.V (2002): Beleidsonderbouwende monitoring huishoudwater. Onderzoek naar de kwaliteit van huishoudwater en effecten van het gebruik op het milieu en de klant. Hoofdrapport. Nieuwegein.
- Kiwa N.V (2003): Quick scan collectieve Regenwatersystemen, Nieuwegein.
- Kluge, Thomas./Libbe, Jens/Scheele, U. (2005): Kommunales Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft. In: Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen (Zögu), Bd. 28, H. 3, S. 282–299.
- Kluge, Thomas/Libbe, J. (Hrsg.) (2006): Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser. Berlin (Difu-Beiträge zur Stadtforschung, Bd. 45).
- Kluge, Thomas/Scheele, U. (2008): Von dezentralen zu zentralen Systemen und wieder zurück? Räumliche Dimensionen des Transformationsprozesses in der Wasserwirtschaft. In: T.Moss, M. Naumann und M. Wissen, (Hrsg.) (2008): Zwischen Universalisierung und Differenzierung. Räumliche Dimensionen des Wandels technischer Infrastruktursysteme, S. 143–172.
- Kluge, Thomas/Schramm, Engelbert (2006): Transformationsmanagement in Kommunen. In: Thomas Kluge und Jens Libbe (Hrsg.) (2006): Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser. Berlin (Difu-Beiträge zur Stadtforschung Bd. 45), S. 57-63.
- Korhonen, J. (2007): Environmental planning vs. systems analysis: Four prescriptive principles vs. four descriptive indicators. In: Journal of Environmental Management, Vol. 82, S. 51–59.

- Koziol, M./Veit, A./Walther, J. (2006): Stehen wir vor einem Systemwechsel in der Wasserver- und Abwasserentsorgung? Sektorale Randbedingungen und Optionen im stadttechnischen Transformationsprozess. Gesamtbericht des Analysemoduls „Stadttechnik“ im Forschungsverbund netWORKS, Berlin (netWORKS-Papers, Nr. 22).
- Kranzt, H. (2005): Matter that Matters. A study of household routines in a process of changing water and sanitation arrangements. Linköping Studies in Arts and Science No. 316, Linköping.
- Krkosek, W. (2006): “Creating the Winning Conditions for Technological Innovation in Municipal Water and Wastewater Infrastructure: A Policy Discussion.” Freshwater for the Future: Policies for Sustainable Water Management in Canada. Conference Proceedings. Ottawa (Policy Research Initiative), pp. 135–146.
- Lahti, P./Calderón, E./Jones, P./Rijsberman, M./Stuip, J. (Eds.) (2006): Towards Sustainable Urban Infrastructure, Helsinki.
- Larsen, T.A., und Udert, K.M. (1999): Urinseparation – ein Konzept zur Schließung der Nährstoffkreisläufe. In: Wasser & Boden, 51/11, S. 6–9.
- Lazarova, V./HillsS./Birks, R. (2003): Water using recycled water for non-potable, urban uses: a review with particular reference to toilet flushing, in: Water Science and Technology: Water Supply, Vol. 3, No. 4, pp. 69–77.
- Libbe, J., und Tracht, C. (2007): Literaturrecherche zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Städte und potenzielle Anpassungsstrategien, Deutsches Institut für Urbanistik. Berlin (Difu-interner Bericht).
- Livingston, D.J. (2008): Institutions and Decentralised Urban Water Management. A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy School of Civil and Environmental Engineering University of New South Wales.
- Lloyd, S.D./Wong, T.H.F./Chesterfield Ch. J. (2002): Water Sensitive Urban Design – A Stormwater Management Perspective, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Melbourne.
- Loucks, D.P. (2000): Sustainable Water Resources Management. In: Water International, Vol. 25, No. 1, S. 3–10.
- Lux, A. (2008): Öffentliche Wasserversorgung und demographische Schrumpfungsprozesse. Eine wirtschaftspolitische Analyse. Dissertation, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.
- Marsden Jacob Associates Financial & Economic Consultants (2006): Securing Australia’s Urban Water Supply: Research notes for selected case studies. Research notes prepared for Department of the Prime Minister and Cabinet To be read in conjunction with Securing Australia’s Urban Water Supply: Opportunities and Impediments, Victoria 20 November.
- Marsden Jacob Associates Financial & Economic Consultants (2005): National Guidelines on Water Recycling – Managing Health and Environmental Risks – Impact Assess-

ment. A report prepared by Marsden Jacob Associates for the Natural Resource Management Ministerial Council/Environment Protection and Heritage Council 30 September.

- Marsh, D.D. Sharma (2005): Water-energy nexus: a review of existing models. Institute for Water and Environmental Resources Management, Faculty of Engineering, University of Technology, Sydney.
- Matsuo, T. (2006): Water Conservation Through Reuse in Tokyo: In: Institute for Urban Design Sustainable Cities: New Orleans/St.Paul/Johannesburg/Atlanta/Tokyo, S. 42–43.
- Mayer, B. (2006): Revitalisierung innenstadtnaher Hafengebiete am Beispiel Hammarby Sjöstad in Stockholm; www.benedikt-mayer.de/downloads/WGM_Hammarby%20Sjoestad.pdf.
- McKibbin, J.L./Willets, J./White, K./Hagare, P. (2008): Valuing Sustainable Sanitation: the economic assessment of alternative sanitation programs. 8th IWA Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 2nd IWA Specialized Conference on Decentralised Water and Wastewater International Network (DEWSIN), February 6th to 9th. Coimbatore, India.
- Mels, A., u.a. (2005): Afvalwaterketen ontketend, inventarisatie van mogelijkheden voor efficiënter afvalwaterketenbeheer door gescheiden inzameling, behandeling en hergebruik van stromen (Wastewater chain unchained, inventory of opportunities for more efficient wastewater chain management by separated collection, treatment and reuse of flows; written in Dutch). Dutch Foundation for Applied Water Research (STOWA). Utrecht.
- Mels, A./Otterpohl, R./Zeeman, G. (2005): Water cycle more integrated in built environment: Paradigm shifts in waste water management. In: Sustainable Building 1, S. 14–16.
- Mels, A.R., u.a. (2006): Greenhouse Village, design for a neighbourhood that provides for its for its own energy, biomass and water supply. International Conference on Sustainable Urban Development, 4-6. April. Chongqing.
- Milly, P. C.D., u.a. (2008): Stationarity Is Dead: Whither Water Management? Science, Vol. 319, No 1, S. 573-5.
- Ministry for the Environment (2004): Freshwater for a sustainable future: issues and options. A public discussion paper on the management of New Zealand's freshwater resources.
- Ministry for the Environment (2006): Freshwater for the Future: A supporting document. A technical information paper outlining key outcomes for the sustainable management of New Zealand's freshwater. Wellington, New Zealand; www.mfe.govt.nz.
- Ministry for the Environment (2006): Urban Design Toolkit. Second Edition, Wellington NZ.

- Mitchell, C., u.a. (2007): Costing for Sustainable Outcomes in Urban Water Systems. A Guidebook. Salisbury/Aus. (Research Report 35).
- Mitchell, C./Fane, S./Willets, J./Plant, R./Kazaglis, A. (2007): Costing for Sustainable Outcomes in Urban Water Systems – A Guidebook.
- Mitchell, V.G. (2007): Impacts of Climate Change on Urban Water Systems: In: CSIRO: Cutting Edge Science Symposium Hydrological Consequences of Climate Change 15-16 November, CSIRO Discovery Centre. Canberra, S. 20–22.
- Mithraratne, N., und Vale, R. (2007): Conventional and alternative water supply systems: a life cycle study: In: International Journal of Environment and Sustainable Development, Vol. 6, No. 2, S. 136–146.
- Mithraratne, N., R. Vale (2007): Rain tanks or reticulated water supply? Landcare Research, Auckland, NZ.
- Muga, H.E., und Mihelcic, J.R. (2007): Sustainability of wastewater treatment technologies. Journal of Environmental Management, doi:10.1016/j.jenvman. 2007.03.008 (online first).
- Mulder, A. (2006): Shrinking cities: explaining (local) government response. Paper presented at the ENHR conference “Housing in an expanding Europe: theory, policy, participation and implementation”, 2 - 5 July. Ljubljana, Slovenia.
- Mvaconsultancy.com (2006): Implementation Plans for Regional Spatial Strategies. Advice to Regional Assemblies. Report for English Regions Network.
- Mykhnenko, V., und Turok, I. (2007): Shrinking Cities: East European Urban Trajectories, 1960-2005. Glasgow (Centre for Public Policy for Regions (CPPR) Working Paper No. 4.
- NAHB Research Center Inc. (2003): The Practice of Low Impact Development. Prepared for U.S. Department of Housing and Urban Development, Office of Policy Development and Research, Washington, D.C.
- Nancarrow, B. E., u.a. (2007): Community Acceptability of the Indirect Potable Use of Purified Recycled Water in South East Queensland and Preferences of Alternative Water Sources: A Baseline Measure. South East Queensland Urban Water Security Research Alliance, CSIRO.
- National Association of Local Government Environmental Professionals Trust for Public Land (ERG) (2003): Smart Growth for Clean Water: Helping Communities Address the Water Quality Impacts of Sprawl.
- Nelson, V.I (2005): Viable Business models for decentralised wastewater and stormwater system management: Workshop findings. EPRI Palo Alto, March 17-18.
- Nelson, V.I. (2008a): New Approaches in Decentralized Water Infrastructure. Coalition for Alternative Wastewater Treatment. Report. Gloucester/Massachusetts.

- Nelson, V.I. (2008b): Institutional Challenges and Opportunities: Decentralized and Integrated Water Resource Infrastructure. Coalition for Alternative Wastewater Treatment. Report, Gloucester/Massachusetts.
- Niwa, N. (2007): Industrial ecology as an instrument for innovative spatial planning. Institute for Land Use Policies and Human Environment University of Lausanne, Switzerland.
- North West Regional Assembly (NWRA) (2006): Contributing to sustainable development – a consultation on Ofwat’s approach.
- Oei, P. (2006): Een kas voor elke woonwijk: Duurzame energie voor de gebouwde omgeving uit de glastuinbouw. Innovatie Glastuinbouw Nederland en InnovatieNet werk. Utrecht; www.agro.nl/innovatienetwerk, www.glaskracht.nl.
- Oesterholt, F., u.a. (2007): Health risk assessment of non-potable domestic water supplies in the Netherlands: In: Journal of Water Supply: Research and Technology, Vol. 56, No. 3, S. 171–179.
- OFWAT (2004): Security of supply, leakage and the efficient use of water. 2003-2004 report. Birmingham.
- OFWAT (2007): MD 223 Strategic Direction Statements. To Managing Directors of all water and sewerage companies and water only companies. Birmingham.
- OFWAT (2007): Water Efficiency Initiatives – Good Practice Register: Water and Sewerage Companies (England and Wales). Birmingham.
- OFWAT (2008): Ofwat’s future strategy for customer charges for water and sewerage services: a consultation, Birmingham.
- Ohno, H. (2006): Fibre City Tokyo: Design for the Demographic Change of Tokyo. Internationale Bauausstellung Stadtumbau Sachsen-Anhalt 2010.
- Okun, D.A. (1996): A History of Nonpotable Water Reuse Through Dual Distribution Systems. Reclaimed Water Conference; www.p2pays.org/ref/19/18609.pdf (15.8.2008).
- Oswalt, Ph./Türetken, F. (Eds.) (2008): Shrinking Cities: Complete Works 3 Japan. Berlin.
- Otaki, Y. (2004): Water systems and urban sanitation in Tokyo and Singapore during the 19th to 20th centuries. International Summer Academy on Technology Studies – Urban Infrastructure in Transition.
- Otterpohl R./Oldenburg, M. (2002): Innovative Technologien zur Abwasserbehandlung in urbanen Gebieten. In: Korrespondenz Abwasser 49, S. 1364–1371.
- Pacques, J. (2003): A new wastewater treatment plant for Hammarby Sjöstadt. Comparative study between four alternatives, Master Thesis Delft/NL.
- Palaniappan, M.K./Cooley, H./Gleick, P.H./Wolff, G. (2007): Water Infrastructure and Water – related Services: Trends and Challenges Affecting Future Development. In:

- OECD, Infrastructure to 2030, Vol. 2: Mapping Policy for Electricity, Water and Transport. Paris, S. 269–340.
- Pallagst, K. (2005): The End of the Growth Machine – New Requirements for Regional Governance in an Era of Shrinking Cities. ACSP congress Kansas City October.
- Palme, U./Lundin, M./Tillman, A.M./Molander, S. (2005): Sustainable development indicators for wastewater systems: researcher and indicator users in a co-operative case study. In: Resources Conservation & Recycling, Vol. 43, No. 3, S. 293–311.
- Po, M., u.a. (2004): Literature Review of Factors Influencing Public Perceptions of Water Reuse. Australian Water Conservation and Reuse Research Program. CSIRO Land and Water.
- Po, M., u.a. (2005): Predicting Community Behaviour in Relation to Wastewater Reuse: What drives decisions to accept or reject? Water for a Healthy Country National Research Flagship. CSIRO Land and Water. Perth.
- Rijke, J. (2007): Mainstreaming innovations in urban water management: Case studies in Melbourne and the Netherlands, Delft.
- Rocky Mountain Institute (2004): Valuing Decentralized Wastewater Technologies. A Catalog of Benefits, Costs, and Economic Analysis Techniques for the U.S. Environmental Protection Agency.
- Rosén, L., und Lindhe, A. (2007): Trend Report. Report on Trends Regarding Future Risks (Techneau).
- Royal Commission on Environmental Pollution (2007): Twenty-sixth Report, The Urban Environment. London.
- Runge-Metzger, A. (1995): Closing the Cycle: Obstacles to Efficient P Management for Improved Global Food Security. In: H. Tiessen: Phosphorous in the Global Environment. Scope 54.
- Ruth, M., u.a. (2007): Adaptation of urban water supply infrastructure to impacts from climate and socioeconomic changes: The case of Hamilton, New Zealand. In: Water Resources Management, Vol. 21, S. 1031–1045.
- Saunders, Th. (2008): A Discussion Document Comparing International Environmental Assessment Methods for Buildings, BREAAAM March 2008.
- Scharle, J. (2008): Innovations In The Water Industry: Going Green, White Paper. American Water.
- Scheele, U. (2008): Nachhaltigkeitsmessung und Nachhaltigkeitsberichterstattung in der Wasserversorgung ausgewählter Länder. Frankfurt/M. (ISOE Materialien 25).
- Shaw, R./Colley, M./Connell, R. (2007): Climate change adaptation by design: a guide for sustainable communities. TCPA. London.

- Shirley-Smith, Ch. (2002): Integrated Water Management as a Tool for Sustainable Urban Regeneration. o.O.
- Shirley-Smith, Ch./Cheeseman, Ch./Butler, D. (2008): Sustainability of water management in Zaragoza city. In: Water and Environment Journal.
- Staben, N. (2008): Technische Möglichkeiten der alternativen Gestaltung städtischer Wasser- und Abwasserinfrastruktur. Berlin (netWORKS-Papers 24).
- Stenekes, N., u.a. (2006): Risk and Governance in Water Recycling: Public Acceptance Revisited Science Technology Human Values, Vol. 31, No. 2, S. 107–134.
- Subcommittee on Climate Change Adaptation for Flood Control, River Sector Committee (2008): Panel on Infrastructure Development, Climate Change Adaptation Strategies to Cope with Water-related Disasters due to Global Warming (Interim Policy Report). Tokio.
- Suzuki, Y., u.a. (2002): Large-area and on-site water reuse in Japan. World Day for Water. International Seminar, Public Works Research Institute; www.pwri.go.jp/eng/activity/pdf/reports/suzuki-yutaka020327.pdf (15.8.2008).
- Svane, Ö. (2005): Situations of Opportunity – Hammarby Sjöstad and Stockholm City's Process of Environmental Management, KTH – BBA. Stockholm.
- Svane, Ö. (2007): Hammarby Sjöstad and the Process of Environmental Management. In: D.U. Vestbro (Ed): Rebuilding the City. Managing the built environment and Remediation of Brownfields, The Baltic University Press. Uppsala, S. 42–49.
- The Chartered Institution of Water and Environmental Management (CIWEM) (2007): Water reuse: a sustainable alternative water supply for industry in the UK? A CIWEM Briefing report, December.
- The Commission for Environmental Cooperation (CEC) (2008): Green Building in North America. Opportunities and Challenges. Montreal.
- The New Zealand Centre for Ecological Economics (2006): CLINZI – Climate's Long-Term Impact on New Zealand Infrastructure. Overview.
- Therivel, R., u.a. (2006): Achieving Water Neutrality in the South East Region. Discussion Paper SEERA's 'Sustainability Appraisal Sounding Board'.
- U.S. Environmental Protection Agency (2004): Guidelines for Water Reuse. Municipal Support Division Office of Wastewater Management Office of Water. Washington, D.C. (EPA/625/R-04/108).
- Umweltbundesamt (UBA)/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz. Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (Berlin), Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Karlsruhe), Roland Berger Strategy Consultants (München). Berlin.

- University of Abertay Dundee (2007): SWITCH: Sustainable Water Management in the City of the Future. Deliverable 1.3.1: Preliminary Report On Integration With Existing Infrastructure.
- Urban-Net (2008): Discussion paper "Future Research Areas in the field of Urban Sustainability" in the context of URBAN-NET.
- Urban Land Institute (2007): Smart choices? Pittsburgh, Pennsylvania.
- van der Steen, P. (2007): Deliverable D1.1.1: Report providing an inventory of conventional and of innovative approaches for Urban water Management. SWITCH: Sustainable Water Management in the City of the Future. Environmental Resources Department, UNESCO-IHE Institute for Water Education. Delft, The Netherlands.
- van Dijk, Meine P. (2003): Liberalisation of Drinking Water in Europe and Developing Countries. UENESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands.
- van Engelsdorp Gastelaars, R. (2005): Duurzame Stedelijke Ontwikkeling. achtergrondstudie bij het advies Verscheidenheid en samenhang VISIE OP DE STAD 2 commissie van de VROM-raad bestaande, Achtergrondstudie 009.
- van Geel verbiedt grootschalige levering huishoudwater. WaterForum online, 21 August 2003; www.waterforum.net.
- van Roon, M./Dixon, J./van Roon, H. (2005): Reformulating planning tools to promote Low Impact Urban Design and Development. Department of Planning and Centre for Urban Ecosystem Sustainability, University of Auckland, New Zealand. Paper presented at (and in the Proceedings of) the New Zealand Water and Waste Association 4th South Pacific Conference on Stormwater and Aquatic Resource Protection, 4–6 May-Carlton Hotel. Auckland, New Zealand.
- van Roon, M. (2007): Water localisation and reclamation: Steps towards low impact urban design and development. In: *Journal of Environmental Management*, Vol. 83, S. 437–447.
- van Timmeren, A. (2007): Assessment criteria and Program of Possibilities (P.o.P.): Integration of new technologies in architecture and urban planning. In: A. Kungolas, C.A. Brebbia, E. Beriatos (Eds.): *Sustainable Development and Planning*, Vol. 2, WIT Press, Transactions on Ecology and the Environment, Southampton. Boston, S. 871–882.
- van Timmeren, A., und Tawil, M. (2006): Integration of Living Machine and Biogas plant Case EVA Centre Lanxmeer, Culemborg. PLEA2006 – The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, 6-8, September. Geneva, Switzerland.
- van Timmeren, A., und Sidler, D. (2007): The sustainable implant: Decentralised sanitation and energy reuse (Desaer) in the built environment *Construction Innovation: Information, Process, Management*, Vol. 7, No. 1, S. 22–37.
- van Timmeren, A., u.a. (2004): Existing infrastructures: a restriction for real sustainable development? In: C.A. Brebbia, Wessex Institute of Technology, United Kingdom; N.

- Marchettini, University of Siena, Italy: The Sustainable City III: Urban Regeneration and Sustainability Advances, In: Architecture Series, S. 11–20.
- van Timmeren, A./Kristinsson, J./Röling, C. (2004): Existing infrastructures: a restriction for real sustainable development? In: C.A. Brebbia, Wessex Institute of Technology, United Kingdom; N. Marchettini, University of Siena, Italy: The Sustainable City III: Urban Regeneration and Sustainability Advances in Architecture Series, S. 11–20.
- van Timmeren, A./Röling, L.C. (2007): Urban and regional typologies in relation to self-sufficiency aiming strategies. ENHR 2007 International Conference „Sustainable Urban Areas“. Rotterdam.
- Vestbro, D.U. (2007a): Conflicting perspectives in the development of Hammarby Sjöstad, Stockholm. In: D.U. Vestbro (Ed): Rebuilding the City. Managing the built environment and Remediation of Brownfields, The Baltic University Press. Uppsala, S. 34–41.
- Vestbro, D.U. (Ed) (2007b): Rebuilding the City. Managing the built environment and Remediation of Brownfields, The Baltic University Press. Uppsala
- Vreeken, P., u.a. (2003): Leidsche Rijn Utrecht, Ambitieuze en Realistisch. Actualisatie Ontwikkelingsvisie.
- Wakim, N. (2004): Sustainable Water in New Zealand. One of a number of discussion papers, produced by the IPENZ Presidential Task Committee on Sustainability during 2003 and 2004.
- Water Supply and Sanitation Technology Platform (WSSTP) (2005): Water, safe, strong and sustainable. European vision for water supply and sanitation in 2030.
- Water UK (2007): The water industry’s response to climate change. Climate Change Conference Wednesday 26 September.
- Watercare Services Limited (2006): Three Waters Issues Report. TW2. Three Waters Strategic Planning Process, June.
- Watercare Services Limited (2005): A Three Waters Vision. Water Services in the Auckland Region – towards 2050 and beyond. Auckland.
- Wenban-Smith, H. (2006): Urban infrastructure: Density matters, not just size. Research Papers in Environmental & Spatial Analysis, No. 104, London School of Economics.
- Willetts, J./Fane, S./Mitchell, C. (2007): Making decentralised systems viable: a guide to managing decentralised assets and risks. International Water Association (IWA) Advanced Sanitation Conference, March 12-13th. Aachen.
- Williams, J. (2007): Innovative solutions for averting a potential resource crisis – the case of one-person households in England and Wales. In: Environ Dev Sustain, No. 9, S. 325–354.
- Winz, I. (2005): A System Dynamics Approach to Sustainable Urban Development. University of Auckland/NZ.

- Wisselend succes met decentrale waterbehandeling in Nederland, WaterForum online, 22 September 2005; www.waterforum.net).
- Wortmann E., u.a. (2008): New Utilities: Sustainable sources – local business Utrecht, the Netherlands. InnovationNetwork report, No. 08.2.167.
- Wortmann, E., und Kruseman, I. (2008): Nieuwe Nuts Duurzame bronnen – lokale business Integrale versie. Stichting Innovatie Glastuinbouw en InnovatieNetwerk. Utrecht
- Wortmann, E./van Andel; N./Kristinsson, J./Mels, A.R./Oei, P./de Wilt, J./Zeeman, G. (2005): De zonneterp, een grootschalig zonproject. InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster. The Netherlands.
- Yamamoto, K. (2005): Towards Autonomous and Decentralized Water System for Wise Use of Water and Creating Healthy and Sound Water Environment, Environmental Science Center. The University of Tokyo. Japan.
- Yarrington, M. (2005): Foresight: Making the Future Work for You. Trends and Drivers in Intelligent Infrastructure Systems; www.foresight.gov.uk/Intelligent_Infrastructure_Systems/.
- Young, M. (2007): Reducing the cost of water. Climate Change and Business. Brisbane.
- Zimmerman, R., und Restrepo, C.E. (2006): The next step: quantifying infrastructure interdependencies to improve security. In: International Journal of Critical Infrastructures, Vol. 2, No. 2/3, S. 215–230.

Anhang

Veröffentlichungen des Forschungsverbunds netWORKS

netWORKS-Papers

Die Ergebnisse des Forschungsverbundes netWORKS erscheinen in der Reihe netWORKS-Papers. Kommunen haben die Möglichkeit, diese Veröffentlichungen kostenlos über das Deutsche Institut für Urbanistik zu beziehen. Interessenten aus Wissenschaft und Forschung sowie der übrigen Fachöffentlichkeit können sich die Texte kostenlos von der Projektplattform www.networks-group.de herunterladen. Bisher sind folgende Papers erschienen:

- Nadine Staben
Technische Möglichkeiten der alternativen Gestaltung städtischer Wasser- und Abwasserinfrastruktur. Eine Technikrecherche im Rahmen des Projekts „Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft“
 Berlin 2008 (netWORKS-Papers, Nr. 24)
- Scheele, Ulrich
Versorgungssicherheit und Qualitätsstandards in der Wasserversorgung – Neue Herausforderungen unter veränderten Rahmenbedingungen. Diskussionspapier
 Berlin 2006 (netWORKS-Papers, Nr. 23, nur Internetfassung: www.networks-group.de)
- Koziol, Matthias/Veit, Antje/Walther, Jörg
Stehen wir vor einem Systemwechsel in der Wasserver- und Abwasserentsorgung? Sektorale Randbedingungen und Optionen im stadttechnischen Transformationsprozess. Gesamtbericht des Analysemoduls „Stadttechnik“ im Forschungsverbund netWORKS
 Berlin 2006 (netWORKS-Papers, Nr. 22)
- Naumann, Matthias/Wissen, Markus
Neue Räume der Wasserwirtschaft. Untersuchungen zur Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung in den Regionen München, Hannover und Frankfurt (Oder)
 Berlin 2006 (netWORKS-Papers, Nr. 21)
- Monstadt, Jochen/v. Schlippenbach, Ulrike
Privatisierung und Kommerzialisierung als Herausforderung regionaler Infrastrukturpolitik – Eine Untersuchung der Berliner Strom-, Gas- und Wasserversorgung sowie Abwasserversorgung
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 20)
- Lux, Alexandra
Handelbare Wasserentnahmerechte als Ergänzung der ordnungsrechtlichen Vergabepolitik? Mit einem juristischen Gutachten von Eckard Rehbinder
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 19)
- Braunmühl, Claudia von
Water Governance – Partizipation in der Wasserversorgung
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 18)
- Lux, Alexandra/Scheele, Ulrich/Schramm, Engelbert
Benchmarking in der Wasserwirtschaft – Möglichkeiten und Grenzen einer Erweiterung des Benchmarking um ökologische und soziale Aspekte
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 17)
- Malz, Simone/Scheele, Ulrich
Handelbare Wasserrechte – Stand der internationalen Debatte
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 16)

- Kluge, Thomas
Ansätze zur sozial-ökologischen Regulation der Ressource Wasser – neue Anforderungen an die Bewirtschaftung durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie und Privatisierungstendenzen
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 15)
- Schramm, Engelbert
Naturale Aspekte sozial-ökologischer Regulation. Bericht aus dem Analysemodul „Ressourcenregulation“ im Verbundvorhaben netWORKS
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 14)
- Spitzner, Meike
Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck – Gender-Analyse am Beispiel ÖPNV
 Berlin 2004 (netWORKS-Papers, Nr. 13)
- Döring, Patrick
Sicherung kommunaler Gestaltungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Privatisierungsformen – Beispiel Wasserversorgung
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 12)
- Reh binder, Eckard
Privatisierung und Vergaberecht in der Wasserwirtschaft
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 11)
- Monstadt, Jochen/Naumann. Matthias
Neue Räume technischer Infrastruktursysteme. Forschungsstand und -perspektiven zu räumlichen Aspekten des Wandels der Strom- und Wasserversorgung in Deutschland
 Berlin 2004 (netWORKS-Papers, Nr. 10)
- Monstadt, Jochen/Naumann. Matthias
New Geographics of Infrastructure Systems. Spatial Science Perspectives and the Socio-Technical Change of Energy and Water Supply Systems in Germany
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, No. 10)
- Hummel, Diana/Kluge, Thomas
Sozial-ökologische Regulationen
 Berlin 2004 (netWORKS-Papers, Nr. 9)
- Libbe, Jens/Trapp, Jan Hendrik/To merius, Stephan
Gemeinwohlsicherung als Herausforderung – umweltpolitisches Handeln in der Gewährleistungskommune. Theoretische Verortung der Druckpunkte und Veränderungen in Kommunen
 Berlin 2004 (netWORKS-Papers, Nr. 8)
- Libbe, Jens/Trapp, Jan Hendrik/To merius, Stephan
The Challenge of Securing the Public Interest – Environmental Policy Action in the Ensuring Local Authority in Germany. Theoretical identification of current pressure points and changes in municipalities
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, No. 8)
- Kluge, Thomas/Scheele, Ulrich
Benchmarking – Konzepte in der Wasserwirtschaft: Zwischen betrieblicher Effizienzsteigerung und Regulierungsinstrument. Dokumentation des Symposiums am 28.4.2004 in Frankfurt am Main
 Berlin 2004 (netWORKS-Papers, Nr. 7)

- Tomerius, Stephan
Örtliche und überörtliche wirtschaftliche Betätigung kommunaler Unternehmen. Zum aktuellen Diskussionsstand über die rechtlichen Möglichkeiten und Grenzen in Literatur und Rechtsprechung
 Berlin 2004 (netWORKS-Papers, Nr. 6)
- Monstadt, Jochen/Naumann, Matthias
Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck – Sektoranalyse Stromversorgung
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, Nr. 5)
- Scheele, Ulrich/Kühl, Timo
Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck – Sektoranalyse Telekommunikation
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, Nr. 4)
- Bracher, Tilman/Trapp, Jan Hendrik
Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck – Sektoranalyse ÖPNV
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, Nr. 3)
- Bracher, Tilman/Trapp, Jan Hendrik
Network-Related Infrastructures under Pressure for Change – Sectoral Analysis Public Transport
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, No. 3)
- Kluge, Thomas/Koziol, Matthias/Lux, Alexandra/Schramm Engelbert/Veit, Antje
Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck – Sektoranalyse Wasser
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, Nr. 2)
- Kluge, Thomas/Scheele, Ulrich
Transformationsprozesse in netzgebundenen Infrastrukturektoren. Neue Problemlagen und Regulationserfordernisse
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, Nr. 1)
- Kluge, Thomas/Scheele, Ulrich
Transformation Processes in Network Industries. Regulatory Requirements
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, No. 1)

Weitere Veröffentlichungen des Forschungsverbundes netWORKS:

- Kluge, Thomas/Libbe, Jens (Hrsg.)
Transformation netzgebundener Infrastruktur – Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser
 Berlin 2006, Schutzgebühr Euro 19,- (Difu-Beiträge zur Stadtforschung, Bd. 45)
- Libbe, Jens/Trapp, Jan Hendrik
Gemeinwohlsicherung als Herausforderung – kommunale Steuerungspotenziale in differenzierten Formen der Aufgabenwahrnehmung. Eine Positionsbestimmung
 Berlin 2005 (Download unter www.networks-group.de/ergebnisse/05gemeinwohlsicherung.phtml)
- Tomerius, Stephan
Gestaltungsoptionen öffentlicher Auftraggeber unter dem Blickwinkel des Vergabe-rechts
 Berlin 2005, Schutzgebühr Euro 15,- (Difu-Materialien 1/2005)

- Trapp, Jan Hendrik/Bolay, Sebastian
Privatisierung in Kommunen – eine Auswertung kommunaler Beteiligungsberichte
Berlin 2003, Schutzgebühr Euro 15,- (Difu-Materialien 10/2003)
- Trapp, Jan Hendrik/Bolay, Sebastian
Privatisation in Local Authorities – An Analysis of Reports on Municipal Holdings
Berlin 2003 (Translated from Difu-Materialien 10/2003)

Eine Gesamtübersicht aller Veröffentlichungen des Forschungsverbunds networks ist unter www.networks-group.de/veroeffentlichungen abrufbar.