

netWORKS-Papers

**Heft 22: Stehen wir vor einem System-
wechsel in der Wasserver-
und Abwasserentsorgung?
Sektorale Randbedingungen und
Optionen im stadttechnischen
Transformationsprozess**

Gesamtbericht des Analysemoduls „Stadt-
technik“ im Forschungsverbund netWORKS

Matthias Koziol
Antje Veit
Jörg Walther

Impressum

Autoren

Prof.-Dr.-Ing. Matthias Koziol

Dipl.-Ing. Antje Veit

Dipl.-Ing. Jörg Walther

Brandenburgische Technische Universität Cottbus (BTU)

unter Mitarbeit von Katrin Pietzsch

Herausgeber

Forschungsverbund netWORKS

www.networks-group.de

Diese Veröffentlichung basiert auf Forschungsarbeiten im Verbundvorhaben „Sozial-ökologische Regulation netzgebundener Infrastruktursystem am Beispiel Wasser“, 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

Straße des 17. Juni 112

10623 Berlin

Telefon: (030) 39 001-0

Telefax: (030) 39 001-100

E-Mail: difu@difu.de

Internet: <http://www.difu.de>

Alle Rechte vorbehalten

Berlin, April 2006

Gedruckt auf chlorfreiem Recyclingpapier

ISBN 10: 3-88118-414-7

ISBN 13: 978-3-88118-414-4

Der Forschungsverbund netWORKS wird von folgenden Forschungseinrichtungen getragen:

Deutsches Institut für Urbanistik (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



Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung (IRS)
Dr. Timothy Moss
Flakenstrasse 28-31
15537 Erkner
Telefon 03362/793-185
E-Mail: mosst@irs-net.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



„Die Angst vor einer Zukunft, die wir fürchten, können wir nur überwinden mit Bildern einer Zukunft, die wir wirklich wollen.“

Franz Alt¹

1 Zitiert aus: Jahrbuch Ökologie 2003.

Inhalt

1.	Einführung	7
2.	Rahmenbedingungen für Transformationsprozesse in der Wasserver- und Abwasserentsorgung	8
2.1	Ausgangssituation für Transformationsprozesse	9
2.2	Liberalisierungsbemühungen im Wassersektor – Stand der Diskussion.....	12
2.2.1	Voraussetzungen für eine Liberalisierung	12
2.2.2	Technische Hindernisse	13
2.3	Veränderung der rechtlichen Rahmensetzungen und ihre Wirkungen auf technische Infrastruktursysteme der Wasserver- und Abwasserentsorgung	15
2.3.1	Vorhandener Rechtsrahmen	16
2.3	Veränderungen der rechtlichen Rahmensetzungen und deren Konsequenzen	19
2.3.3	Schlussfolgerung	27
2.4	Veränderungen der Bedarfsstrukturen	27
2.4.1	Veränderung der Bedarfsstrukturen durch ein geändertes Verbraucherverhalten	28
2.4.2	Veränderung der Bedarfsstrukturen durch Veränderungen in der Siedlungsstruktur	31
3.	Systeme und Technologien im Wasserver- und Abwasserentsorgungssektor	69
3.1	Ausgangssituation für technologische Entwicklungen	69
3.2	Zustand des Wasserver- und Abwasserentsorgungsnetzes	70
3.2.1	Das Öffentliche Netz	71
3.2.2	Das private Netz	74
3.3	Übersicht der technischen Infrastruktursysteme in der Wasserver- und Abwasserentsorgung	74
3.3.1	Systemdefinitionen	75
4.	Entwicklungsoptionen für Transformationsprozesse	80
4.1	Sanierung zentraler Systeme	80
4.1.1	Übersicht über die Sanierungsverfahren	83
4.1.2	Technische und ökonomische Rahmenbedingungen im Entscheidungsprozess	87
4.1.3	Schlussfolgerung	91
4.2	Transformation zentraler Systeme unter den besonderen Bedingungen der Schrumpfung	92
4.2.1	Handlungsansätze	95
4.2.2	Systemstufen der Teilstromabtrennung	95
4.2.3	Technologische Grundlagen der Transformation	101
4.2.4	Transformationspfade und Ausgangsbedingungen	105

4.2.5	Folgerungen für das Transformationsmanagement	117
4.3	Reflexion der Instrumente/Varianten aus sozial-ökologischer Sicht	119
4.3.1	Beispiel für die Transformation vorhandener Anlagen und Netze in einen neuen Systemzusammenhang.....	121
4.4	Wesentliche Schlussfolgerung für die Einleitung von Transformationsprozessen mit dem Ziel eines Systemwechsels.....	122
5.	FAZIT – Stehen wir vor einem Systemwechsel?	124
6.	Wegweiser	125
6.1	Referenzprojekte	125
6.2	Literatur	127
6.2.1	Gesetzliche Bestimmungen	132
6.3	Informationsangebote im Internet	133
6.4	Zeitschriften.....	133
6.5	Adressen der Fachverbände	133
6.6	Glossar	134

Anhang

1.	Rechtliche Grundlagen von Kostentragungspflichten bei Rücknahme von Infrastruktur.....	137
2.	Bewertung der Transformationsstufen	144
3.	netWORKS-Papers	146

Abbildungen

1	Handlungsspielräume für eine nachhaltige Wasserpolitik.....	15
2	Prüfmatrix Recht	17
3	Wichtige Fristen der EU-Wasserrahmenrichtlinie	22
4	Entwicklung der Wasserförderung in Deutschland 1992-2002	28
5	Entwicklung Wasserverbrauch pro Einwohner und Tag – Vergleich neue Bundesländer/alte Bundesländer.....	29
6	Bevölkerungsentwicklung in der Region Hannover.....	39
7	Wasserverbrauch je Einwohner und Tag in der Region Hannover 1991-2001.....	40
8	Behandelte Abwassermengen Region Hannover 1991-2001	40
9	Bevölkerungsentwicklung Oldenburg 1980-2001.....	42
10	Spezifischer Wasserbedarf Oldenburg je Einwohner und Tag 1979-2001	42
11	Frischwasser und Abwasser, Oldenburg 1993-2001	43
12	Entwicklung spezifische Leitungslängen in Abhängigkeit von der Bevölkerungsentwicklung und der Suburbanisierung	44
13	Bevölkerungsentwicklung ausgewählter brandenburgischer Städte.....	45

14	Entwicklung des Wasserverbrauches in ausgewählten Städten	46
15	Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf	49
16	Grenzen für den ablagerungsfreien Betrieb von Abwasserkanälen – Kreisprofil, Mindestgefälle	50
17	Kostenentwicklung zur Geruchsbekämpfung im Kanalnetz in Frankfurt (Oder)	52
18	Steigerung der Spülwassermengen zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Abwassernetzes in Frankfurt (Oder)	52
19	Grundvarianten des Rückbaus beim Stadtumbau	54
20	Veränderungen der Gesamtkosten für leitungsgebundenen Medien bei schnell sinkenden Bevölkerungszahlen und einem dispersen Abriss von Wohnungen in Euro pro Einwohner und Jahr	56
21	Kostenbereiche für Rückbau und Anpassung und zu berücksichtigende Restbuchwerte	57
22	Modellrechnung – Kosten bei der Umsetzung von Rückbaustrategien am Beispiel eines Modellquartiers (Schmutzwasserentsorgung) in Euro	58
23	Kostenverlauf eines Abwassernetzes bei dispersem Wohnungsrückbau und baulicher Netzanpassung → Strategie: Anpassung	59
24	Kostenverlauf eines Abwassernetzes bei dispersem Wohnungsrückbau bzw. Leerstand ohne baulicher Netzanpassung – „Netz wird auf Verschleiß gefahren“ → Strategie Verfall	59
25	Kostenverlauf eines Abwassernetzes bei flächigem Wohnungsrückbau → Strategie: Rückbau und Stilllegung von den Leitungsenden her mit Option der Dezentralisierung durch Verinselung	60
26	Bevölkerungsentwicklung von Schwedt/Oder 1980-2001	62
27	Bruttowasserproduktion von 1977-2002 des ZOWA Schwedt/Oder	63
28	Vergleich Trinkwasser-Netzabgabe mit Abwasser-Jahresaufkommen 1990-2001	64
29	Spezifischer Trinkwasser-Verbrauch und mittleres spezifisches Abwasser-Aufkommen je Einwohner und Tag in Schwedt/Oder 1990-2001	66
30	Entwicklung der spezifischen Leitungslängen pro Einwohner für die Wasser- und Abwassersysteme im Zweckverband Ostuckermärkische Wasserversorgung und Abwasserbehandlung im Vergleich zu mittleren spezifischen Kanallängen in Brandenburg	68
31	Investitionen in der Wasserwirtschaft im Jahr 2002	71
32	Investitionen in der Abwasserentsorgung im Jahr 2002 und Prognose	72
33	Zeitliche Entwicklung des Rohrmaterialbestandes in ost- und westdeutschen Städten sowie Zürich	81
34	Instandhaltung	84
35	Übersicht und Verteilung der Sanierungsverfahren 2004	85
36	Analyserahmen zur Erkundung von Sanierungsbedarf und Sanierungsstrategien für Abwassernetze	88
37	Investitionskosten je Meter Kanallänge	89
38	Verteilung der Sanierungsverfahren im Vergleich der Jahre 2001 und 2004	91

39	Darstellung verschiedener Optionen der Kombination von Systemmodulen zur häuslichen Abwasserentsorgung (schwarz als zentrales System bis gelb als dezentrales System „Abflussfreies Haus“)	95
40	Vergleich der Investitionskosten für Druckentwässerungs- und Vakuumentwässerungssysteme	97
41	Abschätzung des Energieverbrauches eines dezentralen Sanitärkonzeptes im Vergleich zum zentralen, traditionellen System	105
42	Definition von Funktionsschwellen bei Systemen der technischen Infrastruktur	105
43	Grundkonstellationen für eine Systemtransformation	107
44	Kostenverlauf eines Abwassernetzes (Lebenszyklus)	108
45	Einführung der dezentralen Regenwassernutzung	110
46	Einführung der Stoffstromtrennung mit stofflicher Verwertung	112
47	Einführung eines dezentralen, urbanen Wassermanagements (DEUS)	114
48	Erschließungsaufwand der Trinkwasserversorgung in Abhängigkeit von Siedlungsfläche (links) und -dichte (rechts)	118
49	Wichtige Anlagenbestandteile der technischen Infrastruktur in Stadtquartieren und typische Eigentumsgrenzen	138
50	Synopse wichtiger Rechtsgrundlagen	139

Tabellen

1	Entwicklung der Kosten und Preise bei einer Reduktion des Wasserverbrauchs	30
2	Auswirkungen von Stagnation und Wachstum auf Mengen und Leitungslängen bei zentralen Systemen	33
3	Mögliche Anpassungs- und Transformationsstrategien auf den Ebenen der Wohnungswirtschaft und der technischen Infrastruktur	55
4	Allgemeine Angaben zum Verbandsgebiet der ZOWA	63
5	Kenndaten zu den Wasser- und Abwassernetzen	66
	Ökonomische Rahmendaten des ZOWA	67
7	Systemkriterien der zentralen Wasserver- und Abwasserentsorgung	76
8	Systemkriterien der dezentralen Wasserver- und Abwasserentsorgung	78
9	Charakteristika der Teilströme von Haushaltsabwässern	103
10	Bewertungsmatrix	144
11	Bewertung von technologischen Systemalternativen im Vergleich zur zentralen Abwasserbehandlung	145

1. Einführung

In den für die Städte zentralen Infrastrukturbereichen, unter anderen in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, wird in Deutschland ein grundlegender Wandel deutlich. Beängstigende Aspekte wie der dramatische Rückgang kommunaler Finanzen, kontrovers geführte Diskussionen über Liberalisierung und Privatisierung in den Infrastruktursektoren, einhergehend mit der sich abzeichnenden demographischen Entwicklung, verstärkt die Brisanz der aktuellen Debatte um die Zukunft der Wasserver- und Abwasserentsorgung als einen zentralen Bereich der kommunalen Daseinsvorsorge.

Veränderungsdruck und Reformbedarf zur Neugestaltung der Wasserwirtschaft im Bereich der netzgebundenen Infrastrukturen werden besonders deutlich vor dem Hintergrund der prekären finanziellen Situation der öffentlichen Hand und der bis 2009 noch notwendigen kommunalen Infrastrukturinvestitionen, beispielsweise zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Ebenso sollte dem Thema „Substanzerhalt der öffentlichen Kanalisation“ mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden, da neueste Umfragen zeigen, dass bislang keine Besserung im Gesamtzustand der öffentlichen Kanalisation eingetreten ist, sondern dass sich tendenziell der Zustand sogar weiter verschlechtert hat.

Auch die Reaktion von Städten und Gemeinden, z.B. in Richtung einer Privatisierung kommunaler Unternehmen im Versorgungssektor, löst die anstehenden Probleme nur partiell und kurzfristig und ist häufig lediglich von einer finanziellen Notlage geprägt, ohne dass die Folgen für eine nachhaltige Ver- und Entsorgung ausreichend thematisiert wurden. Ein notwendiger, nachhaltiger Strategiewechsel erfordert nicht nur mehr Effizienz in der Zusammenarbeit der Kommunen, sondern auch die Schärfung des Problembewusstseins in der gesamten Bevölkerung.

Der hier vorliegende Projektbericht „Stehen wir vor einem Systemwechsel in der Wasserver- und Abwasserentsorgung“ entstand im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens netWORKS. Ziel dieser Studie ist es, die aktuellen Entwicklungstendenzen in der Wasserver- und Abwasserentsorgung in Deutschland zu analysieren. Im ersten Teil des Berichtes sind vorrangig die Veränderungsprozesse im rechtlichen Rahmen und in den Bedarfsstrukturen Betrachtungsgegenstand, die zu einem erheblichen Anteil den Druck nach einem nachhaltigen Transformationsprozess im Ver- und Entsorgungssektors verstärken. Vor diesem Hintergrund werden im zweiten Teil der Studie Technologien und Systeme bezüglich eines möglichen Einflusses auf die Transformationsdynamik thematisiert. Dabei wird neben der Wasserversorgung auch der Abwassersektor untersucht, da hier ein erheblicher Einfluss auf Transformationsprozesse und Entwicklungsmöglichkeiten zu erwarten sind.

Grundlage für diesen Bericht sind sowohl eigene Prognosen und Berechnungen und Recherchen des aktuellen Forschungsstandes, die im Anhang als weiterführende Literatur aufgeführt sind, sowie geführte Experteninterviews bei den Praxispartnern des Forschungsprojektes netWORKS. Im Rahmen der Interviews wurden Gespräche mit Mitarbeitern verschiedener Fachbehörden und Unternehmen in München, der Region Hannover sowie der Städte Schwedt/Oder und Frankfurt (Oder) geführt. Des Weiteren wurden die Ergebnisse, die von den anderen beteiligten Forschungseinrichtungen des Forschungsverbundes netWORKS bzw. in durchgeführten Workshops gewonnen wurden, einbezogen.

2. Rahmenbedingungen für Transformationsprozesse in der Wasserver- und Abwasserentsorgung

Der Sektor der Wasserver- und Abwasserentsorgung ist derzeit mit einer Vielzahl von Veränderungsprozessen konfrontiert, die seine Struktur maßgeblich beeinflussen können.

Dazu gehören unter anderem folgende Veränderungen:

- der rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen,
- der Bedarfsstrukturen,
- des Zustandes von Wasser- und Abwassernetzen,
- der verfügbaren Techniken und Verfahren aufgrund neuer technischer Entwicklungen und Innovationen.

Vor allem die grundlegenden Veränderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen, der Nachfragesituation und technischer Optionen bilden in dieser Studie einen Schwerpunkt. Die rechtlichen Rahmenbedingungen haben, sowohl aus technischer als auch institutioneller Sicht Einfluss auf den Sektor und sorgen zudem für einen immensen Erneuerungs- und damit Investitionsdruck. Die Veränderungen der Bedarfsstrukturen in Deutschland haben nicht nur bei Wachstums-, sondern auch bei Schrumpfungsprozessen im siedlungsstrukturellen Kontext unmittelbar Konsequenzen auf die Funktionalität und Nachhaltigkeit der Wasserver- und Abwasserentsorgung. So könnte ein weiterer Rückgang des Wasserverbrauchs und des Abwasseraufkommens in Schrumpfungsregionen wie vor allem in den neuen Bundesländern, auf längere Sicht in Teilgebieten, eine radikale technische Umorientierung in Richtung dezentraler Systeme nach sich ziehen.

Wichtige sektorale Einflussfaktoren sind:

- Verschärfung von Anforderungen und rechtlichen Rahmenbedingungen (Trinkwasser-richtlinie, DVGW-W 1000) erhöhen den Investitionsdruck bei derzeit sehr knappen öffentlichen Haushaltskassen,
- Druck zu Effizienzsteigerungen im Spannungsfeld sozialverträglicher Preis- und Gebührengestaltung und wirtschaftlicher Betriebsführung,
- Rückgang des Wasserverbrauchs durch Modernisierung, verändertes Verbraucherverhalten aufgrund gestiegener Kosten (vor allem neue Bundesländer) und gesteigertes Umweltbewusstsein, der Ausbau der Eigenversorgung in der Industrie, Anwendung wassersparender Technologien, wachsende Problemregionen (vor allem Schrumpfungsprozesse in den neuen Bundesländern),
- Technologische Entwicklungen bieten anwendungsreife Systemalternativen zu klassischen Wasseraufbereitungsverfahren (Membransysteme, UV- Filtration etc.),
- Preisspirale zwischen steigenden Wasserpreisen und Abwassergebühren und sinkendem Verbrauch („Fixkostenfalle“),
- Diskussion um Wettbewerb im Wassermarkt.

Im Gesamtkontext des Wandels wird besonders deutlich, dass alle Prozesse nicht nur parallel ablaufen, sondern dass relativ starke Abhängigkeiten und Wechselwirkungen untereinander vorhanden sind bzw. sie sich möglicherweise auch gegenseitig ausschließen. Beispielsweise ist der Kostendruck heute laut ATV-DVWK einer der wichtigsten Motivationen für technische und organisatorische Innovationen. Die Erneuerungen scheitern je-

doch meist an Geldmangel und kommunalpolitischen Widerständen. Hohe Kapitalintensität von Veränderungen und die technologische Inflexibilität des vorhandenen Systems sind die häufigsten Gegenströme (Hindernisse) für eine Weiterentwicklung (Kluge/Libbe/Scheele 2005).

Laut eines Berichtes der Deutschen Bank Research aus dem Jahr 2000 finden bei den Verschärfungen von Umwelt- und Qualitätsrichtlinien neben ökologischen auch immer mehr ökonomische Aspekte ihre Berücksichtigung (Deutsche Bank Research 2000: 15). So wurde vorausgesagt, dass es diesbezüglich mehr eine Orientierung am Preis-/Leistungsverhältnis geben wird, was im Hinblick auf die heutige finanzielle Notlage der kommunalen Hand durchaus plausibel erscheint. Die technische Machbarkeit „um jeden Preis“ wird immer weiter in den Hintergrund rücken.

Schließlich ergeben sich neue Handlungsanforderungen an alle Beteiligten, vor allem an Staat und Kommunen. Im Zusammenspiel zwischen rechtlichen Rahmenbedingungen, technologischer Machbarkeit und der allgemeinen Gewinnorientierung der Wirtschaft, wird es besonders für die Kommunen eine große Herausforderung darstellen, sozial-ökologische Forderungen der Wasserver- und Abwasserentsorgung in einem nachhaltigen Transformationsprozess weiter umzusetzen. So hat die Frage nach der Ausgestaltung der technischen, politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Umsetzung eines nachhaltigen Infrastrukturmanagements eine hohe Relevanz, insbesondere die Integration ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte in den Diskussionsprozess.

Im letzten Abschnitt dieser Studie werden Faktoren für eine Systemtransformation im Wassersektor thematisiert, die bestehenden technischen Systeme der Wasserwirtschaft analysiert sowie Innovationspotenziale in Hinblick auf ökologische, ökonomische und soziale Konsequenzen untersucht, um mögliche Transformationsstrategien und deren Konsequenzen aufzeigen zu können.

2.1 Ausgangssituation für Transformationsprozesse

Im internationalen Vergleich schneidet Deutschland bei Trinkwasserqualität, Versorgungssicherheit und Umwelt- und Ressourcenschutz vergleichsweise sehr gut ab. Die seitens der EU geforderten Standards werden erfüllt bzw. unterschritten (Deutsche Bank Research 2000: 15).

In den Parametern Trinkwasserqualität, Versorgungssicherheit und Umwelt- und Ressourcenschutz ist Deutschland im internationalen Vergleich in einer sehr guten Position. Die seitens der EU geforderten Standards werden nicht unterschritten (Deutsche Bank Research 2000: 15).

Positive Aspekte des derzeitigen Zustandes:

- hohe Trinkwasserqualität, hoher Stand der Abwasserreinigung,
- geringe Wasserverluste bei Transport von Trinkwasser,
- weitgehend flächendeckende Versorgung mit Zugang für alle soziale Gruppen (Sozialverträglichkeit)

Jedoch zeichnen sich auch deutliche Defizite und Herausforderungen für den Wasser- und Abwassersektor ab, in Bezug auf einzelne Aspekte kann sogar von einem Strukturwandel gesprochen werden:

Negative Aspekte des derzeitigen Zustandes:

- erhebliche Veränderung der Bedarfsstrukturen
- Vollzugsdefizit im flächendeckenden Gewässerschutz
- Geringe Kreislaufführung der Nährstoffe (zunehmende Verbrennung des Klärschlammes)
- Großer Investitionsstau im Kanalnetz
- Finanzschwierigkeiten der Kommunen und Unternehmen

Aus technischer Sicht beruht die heutige Wasserwirtschaft auf einem über lange Zeiträume gewachsenen zentralen System an Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen und -netzen. Bislang galt die Regel, dass diese Zentralität der Systeme bei mittleren bis hohen Siedlungsdichten entscheidende betriebliche und ökonomische Vorteile gegenüber dezentralen Systemen hat. Das Überschreiten von Funktionsschwellen, das neben dem Vorhandensein technischer Alternativen in der Regel ein Anlass für die Transformation eines Systems darstellt, konnte bislang meist durch kontinuierliche Anpassungen und Veränderungen vermieden werden.

In der Vergangenheit bestand vor allem das Problem, eine Überlastung der Systeme durch das Siedlungswachstum zu verhindern. Eine der wichtigsten Säulen, die Überschreitung von Funktionsschwellen durch eine Überlastung zu vermeiden, bestand in der weitgehend unstrittigen, mehr oder minder konsequent verfolgten Politik der Einsparung an Wasser. Die ökonomischen aber auch technischen Vorteile der auf Wachstum ausgelegten Systeme konnten sich so besonders gut entfalten, da die Auslastung der Systeme vergleichmäßig und gesteigert werden konnte. Auf dieser Basis haben sich die Systeme bis heute um ein Vielfaches ausgeweitet, ohne dass ökonomische und technische Anwendungsgrenzen umfassend und kritisch bewertet wurden.

Erst die vor allem in den neuen Bundesländern auftretenden Entwicklungen von Schrumpfung mit ihren erheblichen Wirkungen auf Wohnungswirtschaft, Städtebau und alle technischen und sozialen Infrastrukturen zeigen für die Systeme der technischen Infrastruktur eine völlig neue Problematik auf: Das Erreichen von Funktionsschwellen durch Unterauslastung.

Da diese Erscheinungen in der Grundtendenz auch in den alten Bundesländern auftreten, wenngleich auch in bislang abgeschwächter Form, lohnt es, diese Phänomene am Beispiel detaillierter zu untersuchen und im Hinblick auf Transformationsvoraussetzungen und -notwendigkeiten darzustellen. Schrumpfungerscheinungen sind auch in den alten Bundesländern, z.B. durch die zunehmende Erhöhung der besiedelten, erschlossenen Fläche bei stagnierender bzw. leicht abnehmender Bevölkerung (Zersiedelung), durch sinkende Wohnungsbelegungszahlen in den Kernbereichen der Städte und leicht sinkende spezifische Wasserverbräuche seit Jahren zu verzeichnen. Diese Tendenzen existieren örtlich, zum Teil sogar neben Wachstumserscheinungen.

In diesem Zusammenhang zeigt sich die Notwendigkeit, über mögliche Transformationen der bisherigen Systeme nachzudenken. „Stehen wir vor einem Systemwechsel in der Wasserver- und Abwasserentsorgung?“ Im Gegensatz zu Anpassungsprozessen, beispielsweise im Rahmen einer Modernisierung vorhandener Systeme, sind Transformati-

onsprozesse durch Brüche und Übergänge, d.h. einem Wechsel der Systemtechnik gekennzeichnet. Gerade aber derartige Übergänge sind von einem hohen Grad an Unsicherheit gekennzeichnet (Kluge/Schramm 2006). Gleichzeitig ist es notwendig, sowohl die spezifische Funktionalität weiterhin zu gewährleisten, den betriebswirtschaftlichen Erfordernissen gerecht werden als auch dabei insbesondere im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu agieren. Das Ziel ist während der transformativen Übergänge möglichst schnell wieder stabile Zustände herzustellen.

Deshalb ist die Frage nach einem Management dieser Übergangszustände von entscheidender Bedeutung, d.h. einer der zentralen Punkte für eine (schrittweise) Transformation bzw. Anpassung der Infrastruktur in Richtung neuer nachhaltiger Zustände.

Voraussetzung für erfolgreiche Transformationsprozesse sind Systemalternativen, die unter den veränderten Rahmenbedingungen langfristig nachhaltig wirken. Nach Auffassung des netWORKS Forschungsverbundes sind dabei folgende Leitprinzipien der sozial-ökologischen Regulation von vorrangiger Bedeutung:

- Adaptivität,
- Transformationsoffenheit,
- Modularität,
- ökologische Einbettung,
- ökonomische Verträglichkeit und
- soziale Verträglichkeit (vgl. Kluge/Libbe u.a. 2006).

Es ist eine differenzierte Auseinandersetzung zwischen den Akteuren notwendig, um Schlussfolgerungen und Konsequenzen aufzeigen zu können, damit im Veränderungsprozess die (kommunalen) Potenziale zur Steuerung und Regulierung einer weiterhin sicheren Versorgung ausgeschöpft werden können. Vor allem, weil die zukünftige Entwicklung besonders durch recht unterschiedliche Interessen der beteiligten Akteure in diesem Sektor geprägt wird. Auf der einen Seite spielen marktwirtschaftliche Argumente und Leitvorstellungen vor allem der Versorgungswirtschaft, im Sinne einer „zuverlässigen Sicherung der Trinkwasserversorgung und der Abwasserentsorgung in hoher Qualität zu günstigen Preisen“, eine dominante Rolle in der Diskussion, auf der anderen Seite stehen Umweltaspekte, aber auch Renditeerwartungen öffentlicher oder privatwirtschaftlicher Unternehmen. Verhalten kommen Aspekte hinzu wie z.B. die Garantie von Arbeitsplätzen. Das Aufgabenspektrum eines Transformationsmanagements bewegt sich von der Planung (Zielfindung), Durchführung, Regulierung, Steuerung bis Anpassung von Maßnahmen unter Einsatz der Ihnen zur Verfügung stehenden betrieblichen Ressourcen.

Als Basis für diese weitergehenden Überlegungen sind die vielen Veränderungen in rechtlichen Rahmensetzungen, Bedarfsstrukturen und technologischen Entwicklungen von zentraler Bedeutung, die dann teilweise neue Handlungsoptionen eröffnen. So sollen diese Veränderungsprozesse im folgenden Kapitel aufgezeigt und diskutiert werden.

2.2 Liberalisierungsbemühungen im Wassersektor – Stand der Diskussion

Der Trend zu einer Liberalisierung in anderen Infrastrukturbereichen führte auch in der Wasserwirtschaft dazu, über mögliche Um- und Neustrukturierungen nachzudenken. Im Zuge der Diskussion um die Streichung des § 103 GWB auch für den Wasserbereich (bisher nur für Gas und Strom abgeschafft) werden auch immer wieder Forderungen nach einer Liberalisierung bzw. Privatisierung des Wassermarktes laut.

Die Risiken, die eine Entwicklung hin zu einer Liberalisierung bzw. Privatisierung bergen kann, sind durch geeignete Regulierungsinstrumente und/oder Ausschreibungsbedingungen zu begrenzen. So stehen insbesondere die Vernachlässigung von Qualitäts- und Umweltstandards, die Übernutzung von Wasserressourcen sowie eine mangelnde Substanzerhaltung der Netze und Anlagen seitens der Unternehmen zur Diskussion.

2.2.1 Voraussetzungen für eine Liberalisierung

Derzeit sind keine politischen Anstrengungen zur flächendeckenden Liberalisierung des Wassermarktes in Deutschland zu erkennen. Sollte dennoch eine Marktöffnung in diesem Sektor angestrebt werden – wie diese vor Jahren schon in der Diskussion war, bedarf es unter anderem einer Änderung des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB). Bisher blieb die Wasserversorgung in der novellierten Fassung vom 1. Januar 1999 noch ausgenommen, d.h. der wichtige Paragraph 103 gilt noch in seiner alten Fassung. Eine Streichung dieses Paragraphen hätte den Wegfall aller Gebietsmonopole zur Folge. Des Weiteren müsste das GWB auch auf den öffentlich-rechtlichen Sektor ausgedehnt werden.

Das bereits vom EU-Parlament verabschiedete Unbundling, aber auch die mögliche Zwangsausschreibung öffentlicher Dienstleistungen sowie Pläne zur Liberalisierung der Trinkwasserversorgung könnte sich auf die Struktur der Stadtwerklandschaft nachhaltig auswirken. In diesem Zusammenhang warnte der Verband kommunaler Unternehmen (Vku) im September 2003 vor einer nachhaltigen Veränderung der derzeitigen Struktur der kommunalen Ver- und Entsorgung in Deutschland. Die nahezu 1.000 im Vku organisierten Stadtwerke sähen sich durch die nationale Politik und die Pläne der Europäischen Union vor erhebliche Herausforderungen gestellt (EUWID 30.9.03). Zwar schreitet die Privatisierung von kommunalen Unternehmen stetig fort, jedoch haben aber bei der Mehrheit der Stadtwerke die Kommunen die Anteilsmehrheit. Bei 16 der 31 größten deutschen Städte sind die Stadtwerke zu 100 Prozent in kommunalen Besitz. Bei einem Stadtwerk sind andere Kommunen beteiligt. Bei lediglich 15 Stadtwerken halten private Unternehmen Anteile (vgl. Trapp/Bolay 2003).

Allerdings sind in Deutschland Liberalisierungsdebatten eher einer Diskussion um eine Modernisierung der Wasserwirtschaft gewichen. Sie erscheint für alle beteiligten Institutionen notwendig und wünschenswert, nicht zuletzt bedingt durch Veränderungen, die außerhalb des Wassersektors stattfinden und doch maßgeblichen Einfluss ausüben. In diesem Zusammenhang spricht das Bundeswirtschaftsministerium auch von der Notwendigkeit einer umfassenden Modernisierung der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Diese Forderungen entsprechen im Wesentlichen auch denen des BGW sowie auch der Position des Deutschen Bundestages.

Die wichtigsten Grundelemente der vom BMWi formulierten Modernisierungsstrategie sind:

- die rechtliche und steuerliche Gleichstellung von Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung,
- die Aufweichung des kommunalwirtschaftlichen Örtlichkeitsprinzips,
- die Möglichkeit der Übertragung der Abwasserbeseitigungspflicht auf private Dritte²,
- die Einführung eines flächendeckenden Benchmarking,
- Schaffung von Anreizen für die verstärkte Kooperation in der Wasserwirtschaft (Deutsche Bank Research 2003: 20).

Die Erklärung der Bereitschaft der Bundesländer zur Modernisierung der Wasserwirtschaft begrüßte auch der Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft (BDE). So ist der Auftrag der Wirtschaftsministerkonferenz an die Bundesregierung, die steuerliche Gleichstellung öffentlich-rechtlicher und privater Unternehmen einzuleiten und die Einführung einer Ausschreibungspflicht für die Vergabe wasserwirtschaftlicher Leistungen an Dritte zu prüfen, im Wesentlichen schon seit Jahren in ihrem Forderungskatalog für die Wasserwirtschaft enthalten (EUWID 2004). Einen Überblick zum Stand der Diskussion und zur Umsetzung bietet ein aktueller Bericht der Bundesregierung (o.V. 2006).

2.2.2 Technische Hindernisse

Die Besonderheit der Wasserversorgung im Rahmen dieser Veränderungsprozesse, hebt die Diskussion um Liberalisierung, Privatisierung und Modernisierung dieses Infrastrukturssektors notwendigerweise auf eine ganz andere Ebene als beispielsweise den Energiesektor.

Kritiker der Liberalisierung hegen Zweifel über einen möglichen Qualitätsverlust des Trinkwassers bzw. der Gewässerstruktur durch einen Strukturwandel. Aber auch die VerbraucherInnen reagieren äußerst sensibilisiert auf eventuelle Veränderungen. So ist es die Aufgabe der Gesetzgeber durch entsprechende Rahmenbedingungen und Vorschriften mögliche Verschlechterungen der Qualität, Versorgungssicherheit, Umweltstandards und eine Ausbeutung von Grundwasservorkommen zu verhindern (Deutsche Bank Research 2000: 8) und diese transparent zu kommunizieren.

Im Folgenden werden die zwei technischen Optionen, das natürliche Monopol der Wasserversorgung für den Wettbewerb zu öffnen, beschrieben, um damit verbundene Hindernisse allein aus technischer Sicht zu verdeutlichen.

Durchleitung durch fremde Netze

Eine der diskutierten Wettbewerbsformen ist die Erlaubnis der Durchleitung durch fremde Netze. Rechtlich betrachtet, steht die Benutzung des Rohrleitungsnetzes in einem Versorgungsgebietes lediglich nur einem Versorger zu. Für Dritte ist ein Netzzugang nicht möglich. Dies stellt einen Ausnahmetatbestand des GWB dar. Die Rechtslage nach

2 Eine Rechtsgrundlage, die Abwasserbeseitigungspflicht auf Dritte übertragen zu können, ist bereits vorhanden. Es müsste jedoch noch eine Umsetzung auf der Landesebene erfolgen. Da in den kommenden Jahren weitaus größere Investitionen in der Abwasserwirtschaft als in der Trinkwasserwirtschaft getätigt werden müssen, könnte eine verstärkte Beteiligung privater Unternehmen im Abwassersektor bedeutend sein. Vor allem die knappen Kassen bei den Kommunen verstärken diesen Druck deutlich.

§ 19 Abs. 4 GWB verhindert bislang den Netzzugang bei Trinkwasser (Deutsche Bank Research 2000: 9).

Abgesehen von dieser Tatsache gibt es für dieses Verfahren vor allem technische Restriktionen. So ist sowohl die Mischung unterschiedlicher Wässer mit jeweils unterschiedlichen Qualitäten und Eigenschaften als auch eine Veränderung der Verweildauer von Trinkwasser im Netz durchaus bedenklich. Möglicherweise werden hier Investitionen notwendig, die eine Beeinträchtigung der Wasserqualität und eventuelle Korrosionsschäden in den Rohrnetzen ausschließen. Da bei Trinkwasser kein deutschlandweites Verbundnetz vorhanden ist, wäre auf jeden Fall der Bau von Verbundleitungen zwischen einzelnen Wasserversorgungsgebieten erforderlich. Auch widerspricht die Durchleitung dem in Deutschland existierenden Vorrang einer ortsnahen Wasserversorgung.

Fazit: Schließlich stehen den qualitativen Bedenken erforderliche Investitions- und Regulierungsmaßnahmen gegenüber, so dass die Durchleitung wohl kaum als geeignete Wettbewerbsform in Deutschland etabliert werden wird. Jedoch sind regionale Lösungen auf mittlere Sicht durchaus möglich, zumal heute schon einige Städte wie Frankfurt oder Stuttgart aus mehreren unterschiedlichen Regionen mit Trinkwasser beliefert werden (Deutsche Bank Research 2000: 8).

Bau paralleler Leitungen

Eine andere Möglichkeit stellt die Öffnung der Gebietsmonopole durch den Bau paralleler Leitungen dar. Hierbei entfällt zwar die technische Problematik der Mischung verschiedener Wässer, jedoch ist bei dieser Variante ein flächendeckender Neubau eines Parallelleitungssystems mit exorbitant hohen Kosten verbunden. Besonders im Hinblick auf die veränderten Bedarfsstrukturen in Deutschland und somit der tendenziell weiter sinkenden Auslastung in den Netzen (vgl. Kapitel 2.4) ist diese Wettbewerbsform völlig indiskutabel. Der Druck in den Rohrnetzen, der für eine funktionierende Versorgung qualitativ hochwertigen Trinkwassers notwendig ist, würde durch ein paralleles Netz noch weiter sinken. Die Verweil- bzw. Transportzeiten im Leitungsnetz würden sich erhöhen und zu hygienischen und chemischen Qualitätseinbußen des Trinkwassers führen. Weitere Kosten durch anstehende Zwangsspülungen der Netze oder die verstärkte Chlorung zur Verhinderung einer Wiederverkeimung des Wassers im Leitungsnetz würden anfallen. Fazit: Auch dieses Verfahren ist volkswirtschaftlich nicht tragbar.

Im Allgemeinen erhofft man sich durch eine Beteiligung des Privatsektors im Infrastrukturbereich (PPI) folgende Verbesserungen (GTZ 2004):

- Kapitalimport,
- Know-how-Transfer,
- Ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit.

Der Transfer von Wissen zwischen den Unternehmen und den Kommunen bzw. auch Verbrauchern (Transparenz) erscheint im Hinblick auf die im Rahmen des Forschungsvorhabens erfolgten Interviews eine ganz wesentliche Notwendigkeit zu sein. Die Transparenz für den Verbraucher und für die kommunalen Entscheidungsträger ist die wichtigste Basis für das Vertrauen.

Ob sich die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit mit einer Privatsektorbeteiligung tatsächlich bessert bzw. überhaupt das bisherige Niveau gehalten werden kann, ist fraglich. Jedoch werden diese positiven Effekte sicherlich nur dann realisiert werden können,

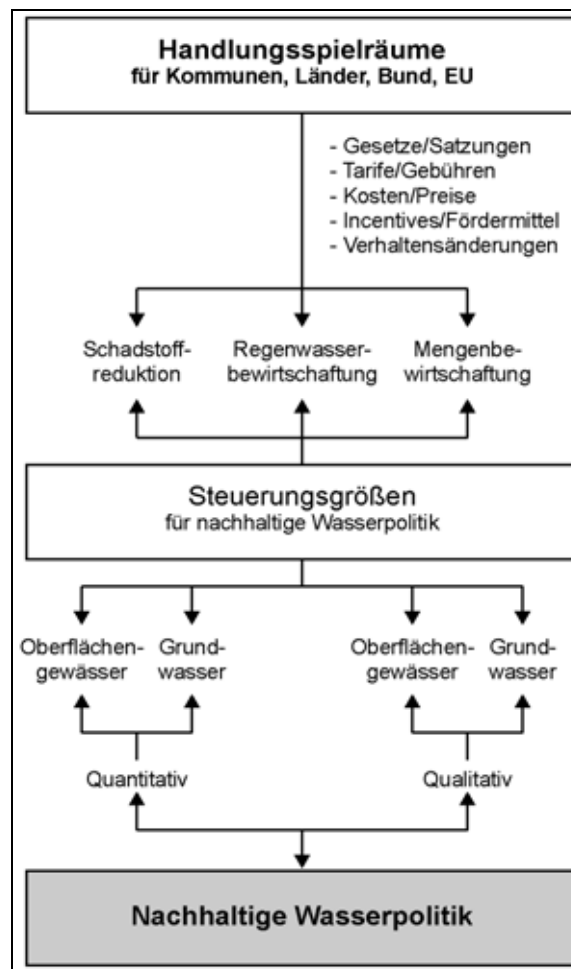
wenn entsprechende Maßnahmen in eine Reformstrategie im Sektor Wasserwirtschaft integriert und notwendige Rahmenbedingungen, sowohl institutionell als auch rechtlich definiert werden. Solche Infrastrukturprojekte sind auch durch eine hohe politische, soziale und ökologische Sensibilität gekennzeichnet.

2.3 Veränderung der rechtlichen Rahmensetzungen und ihre Wirkungen auf technische Infrastruktursysteme der Wasserver- und Abwasserentsorgung

Neben dem großen Einfluss der europäischen Gesetzgebung üben die Verbände sowohl politisch als auch technisch maßgeblichen Druck auf die Wasserver- und Abwasserentsorgung in Deutschland aus. Um in einem sich so schnell entwickelnden Markt bestehen zu können, ist es somit unvermeidlich, trotz des derzeitig qualitativ positiven Zustandes der Wasserwirtschaft, die Regelungen und Grundsätze zu überdenken und an heutige Gegebenheiten anzupassen (Hein/Neumann 2001: 14).

Handlungsspielräume ergeben sich auf den unterschiedlichen Ebenen, in denen wasserrelevante Fragestellungen behandelt und entschieden werden.

Abbildung 1: Handlungsspielräume für eine nachhaltige Wasserpolitik*



*Quelle: Rudolph 1997.

Das Ziel dieses Kapitels ist es, jene Faktoren zu analysieren und darzustellen, durch die zukünftig grundlegende Veränderungen zu erwarten bzw. bereits identifiziert sind. Rechtlich ist dieses System durch landesgesetzliche Vorschriften (Vorrang der lokalen Ressource, kommunale Selbstverwaltung etc.) abgesichert, so dass sowohl ein flächendeckender Grundwasserschutz als auch die Trinkwasserqualität einheitlich gewährleistet werden kann.

2.3.1 Vorhandener Rechtsrahmen

Europäische Union

Den übergeordneten rechtlichen Rahmen für den Sektor der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung bilden die Richtlinien der Europäischen Union. Dabei fällt im Unterschied zu anderen europäischen Ländern die Umsetzung dieser Richtlinien in deutsches Recht nicht allein in die Zuständigkeit des Bundes, sondern verlangt eine Zusammenarbeit von Bund und Ländern. Insbesondere bei der Anpassung der Größe und Ausdehnung der zu verwaltenden Einheiten in diesem Sektor an veränderte Bedingungen auf dem europäischen Markt wird das Zusammenwirken notwendig.

Erste Anpassungstendenzen der landesrechtlichen Bestimmungen an die europäische Entwicklung sind teilweise in Deutschland deutlich geworden. Vorrangiges Ziel ist es, wasserrechtliche Verfahren zu vereinfachen und zu beschleunigen, eine Modernisierung der Überwachung zu etablieren und dadurch eine finanzielle Entlastung für die öffentlichen Haushalte und Unternehmen zu erzielen (BMBF 2000).

Folgende Richtlinien werden seitens der EU formuliert, die sich sowohl direkt als auch indirekt (über Anforderungen an die Qualität der natürlichen Gewässer) auf den Wassersektor beziehen:

- Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserrichtlinie),
- Richtlinien zu Gewässerschutz wie die Rahmenrichtlinie über die Ableitung gefährlicher Stoffe in die Gewässer, die Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung, die Richtlinie zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen,
- Wasserrahmenrichtlinie (WRRL),
- Grundwasserrichtlinie, Tochterrichtlinie der WRRL.

Des Weiteren spielt die Europäische Union auch hinsichtlich der Liberalisierungsdebatte eine wesentliche Rolle. Laut EU-Kommission bedeutet die Liberalisierung verschiedener Bereiche der Daseinsvorsorge eine Steigerung der Qualität und des Verbraucherschutzes. Eine Öffnung der Endkundenmärkte mittels Durchleitung/gemeinsamer Netznutzung ist jedoch in der europäischen Diskussion unwahrscheinlich.

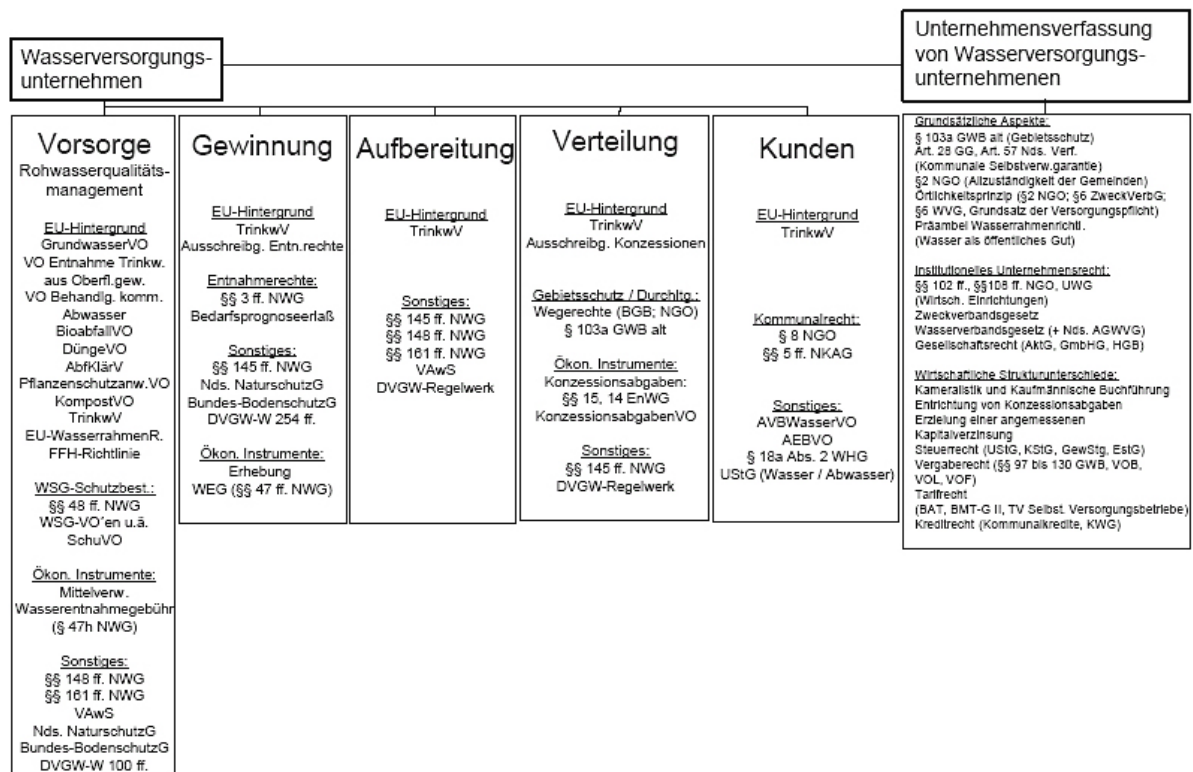
Bundesebene

In Deutschland ist die Wasserversorgung als gewerbliche Tätigkeit und die Abwasserentsorgung als hoheitliche Aufgabe ein wesentlicher Teilbereich der Daseinsvorsorge.

Um den sehr guten Standard der Wasserver- und Abwasserentsorgung in Deutschland langfristig für die VerbaucherInnen zu bewahren und gleichzeitig auf Veränderungsdynamiken und andere negative Einflussfaktoren entsprechend reagieren zu können, ist zur Steuerung einer nachhaltigen Wasserpoltik ein stabiler rechtlicher Rahmen erforderlich.

Die wesentlichen Elemente des Rechtsrahmens zeigt die folgende Abbildung.

Abbildung 2: Prüfmatrix Recht*



*Quelle: Niedersächsisches Umweltministerium, 2002.

Die Verfassung weist nach Art. 75 GG dem Bund die Rahmengesetzgebung zu, die wie folgt geregelt ist:

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)**
Als Rahmengesetz des Bundes bildet das Wasserhaushaltsgesetz zusammen mit den Wassergesetzen der Länder den Hauptteil des deutschen Wasserrechts. Das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG) vom 27. 07. 1957, trifft als Rahmengesetz des Bundes (Artikel 75 Nr. 4 GG) grundlegende Bestimmungen über wasserwirtschaftliche Maßnahmen (Wassermengen- und Wassergütwirtschaft). Der sachliche Geltungsbereich des WHG erstreckt sich auf oberirdische Binnengewässer, auf Küstengewässer und auf das Grundwasser (§ 1). Es enthält Bestimmungen über den Schutz und die Nutzung von Oberflächengewässern und des Grundwassers, außerdem Vorschriften über den Ausbau von Gewässern und die wasserwirtschaftliche Planung. Im Jahr 2002 ist das Gesetz wesentlich umgestaltet worden, um die europäische Wasserrahmenrichtlinie in nationales Recht umzusetzen.

- **Trinkwasserverordnung (TrinkWVO)**
Die Trinkwasserverordnung ist die Verordnung über die Anforderungen zur Beschaffenheit des Trinkwassers, mit dem Zweck die menschliche Gesundheit vor den nachteiligen Einflüssen, die sich aus der Verunreinigung von Wasser ergeben, das für den menschlichen Gebrauch bestimmt ist, durch Gewährleistung seiner Genussauglichkeit und Reinheit zu schützen. Die Trinkwasserverordnung basiert auf dem Bundes-Infektionsschutzgesetz und dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz.
- **Grundwasserverordnung**
Die Grundwasserversorgung regelt das Einleiten bestimmter Stoffe in das Grundwasser sowie sonstige Maßnahmen, die zu einem Eintrag dieser Stoffe in das Grundwasser führen können.
- **Abwasserverordnung (AbWVO)**
Diese Verordnung bestimmt die Anforderungen, die bei der Erteilung einer Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in Gewässer aus den in den Anhängen bestimmten Herkunftsbereichen mindestens festzusetzen sind.

In Deutschland werden die Anforderungen der Abwasserverordnung und der EG-Richtlinie im Hinblick auf die Stickstoffelimination gleichwertig angesehen. Die Länder sind frei, eines dieser behördlich anerkannten Verfahren einzuführen, wobei „eine Überwachung entsprechend der EG-Richtlinie „Kommunales Abwasser“ zu einem erheblichen Mehraufwand bei den Aufsichtsbehörden führen würde, wenn die gesamte Überwachung ausschließlich durch die Aufsichtsbehörden erfolgt.“³ Eine Absenkung des Ablaufwertes für N_{ges} bereitet für Kläranlagen der Größenklasse 5 (>100.000 EW), das sind schätzungsweise etwa 50 Prozent der großen Kläranlagen, Schwierigkeiten. Die Folge ist ein zusätzlicher Betriebsmitteleinsatz oder frühzeitiges Ausschöpfen der Ausbaureserven. Hinzu kommt, dass die unternommenen Anstrengungen hinsichtlich der Verhinderung des Fremdwasserzuflusses in die Kanalisation und der rückläufige Wasserverbrauch zusätzlich die Einhaltung der geringeren Ablaufwerte erschweren. Die wesentliche Bedeutung dieser 70-Prozent-Regelung steht im Anhang der Abwasserverordnung⁴.

- **Regelung über die Klärschlammbehandlung (AbfKlärV)**
Die Klärschlammverordnung von 1992 (BGBl. I S. 912) regelt das Aufbringen von Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlage auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Flächen. Die Verordnung bestimmt, dass der Klärschlamm vorher entkeimt sein muss und setzt für sieben Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) Höchstmengen fest. Sie regelt weiterhin die Zeitabstände, in denen der Klärschlamm aufgebracht werden kann und begrenzt die jährliche Menge. Das Aufbringen von Klärschlamm auf Gemüse- und Obstanbauflächen sowie auf Dauergrünland und forstwirtschaftlich genutzte Böden ist verboten.

Länder

Den Bundesländern obliegt, laut Grundgesetz, die Verantwortung für die Ordnung des Wasserhaushaltes. So sind die Bundesländer für die Bewirtschaftung der Wasserressourcen und für die Trinkwasserqualität zuständig. Wesentliche Bestandteile wie die konkrete

3 Die Umsetzung der Abwasserverordnung als Internetserviceangebot unter www.amtshilfe-online.de/.

4 70 Prozent der N_{ges} -Fracht müssen in der Kläranlage abgebaut werden, Ablaufwerte müssen ≤ 25 mg/l liegen.

Umsetzung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung liegen dann bei den Kommunen.

- Regelung über das Eigentum an Gewässern, Gewässeraufsicht, -unterhaltung und -nutzung,
- Steuerung der Wasserwirtschaft und übergeordnete Verwaltungsverfahren (Umweltministerium),
- Regionale wasserwirtschaftliche Planung (obere Wasserbehörden),
- Genehmigungsverfahren, Fachberatung, Überwachung der Gewässer und Einleitungen (untere Wasserbehörden).

Verbände

Die Organisation der Wasserver- und Abwasserentsorgung ist sehr eng an die Verbandslandschaft in Deutschland geknüpft. Sie ist grundsätzlich in Ver- und Entsorgung unterteilt und besteht vorrangig aus DWA, VKU, BGW und DVGW.

- Politische Interessenvertretung,
- Unterstützung von Innovationsprozessen,
- Aufbau und Pflege eines Regelwerkes zur Definition technischer Normen (DWA, DVGW).

Die Arbeit der regelgebenden Verbände wird begleitet durch das Institut für Normung (DIN). Die DIN ist für die Normungsarbeit und für die Verbreitung und Anwendung der Normen zuständig.

Kommunen

Nach Art. 28 II GG haben Kommunen das Recht und die Umsetzungspflicht, im Rahmen der kommunalen Selbstverwaltung (die Organisation und Durchführung der Wasserver- und Abwasserentsorgung), alle Gelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft zu regeln.

- Benutzungs- und Gebührenordnungen (z.B. Anschluss- und Benutzungszwang),
- Regelung der Organisationsform bei der Aufgabenerledigung.

2.3 Veränderungen der rechtlichen Rahmensetzungen und deren Konsequenzen

Die Rahmenbedingungen im deutschen Wasserver- und Abwasserentsorgungssektor haben sich seit den 70er-Jahren ständig verändert. Änderungen in der Trinkwasserverordnung, im Wasserhaushaltsgesetz und der Abwasserverordnung hatten vor allem das vorrangige Ziel, den Schutz der VerbraucherInnen und der Gewässer zu stärken. Jedoch der Investitionsbedarf und die Anforderungen an Technologien stiegen stetig mit.

Zusätzlich wächst der Einfluss der EU-Regelungen auf die Rechtslage in Deutschland im zunehmenden Maße, mit dem Focus auf die Kriterien für Umweltschutz und Liberalisierung. Vermutlich wird sich die Entwicklung des Rechtsrahmens zukünftig stärker mit ökonomischen und technologischen Faktoren auseinandersetzen.

Im Folgenden wird der Focus aufgrund der aktuellen Brisanz auf die Veränderungen und deren Konsequenzen der Wasserrahmenrichtlinie und der Trinkwasserverordnung gestellt.

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Mit dem Zweck, einen ganzheitlichen Ansatz zur Bewirtschaftung der Flussgebietseinheiten einzuführen und gleichzeitig die enorme Vielfalt gültiger europäischer Vorschriften zu verringern, hat die Europäische Kommission einen Vorschlag für die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vorgelegt. Für die Wasserver- und Abwasserentsorgung gilt diese Richtlinie zwar nur indirekt, aber sie ist dennoch bedeutend. Eine generelle Forderung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) ist eine zusammenhängende Gewässerschutzpolitik in Europa. Da zum ersten Mal der integrierte Gewässerschutz im Mittelpunkt der wasserwirtschaftlichen Planungen und Entscheidungen steht, ist diese Richtlinie ein wichtiger Meilenstein für das Umdenken in der Wasserwirtschaft.

Die WRRL bezieht sich auf den Schutz von Binnenoberflächengewässern, Übergangsgewässern, Küstengewässern und Grundwassern. Das Ziel ist es, einen ökologisch und chemisch guten Zustand im Bereich der Oberflächengewässer und des Grundwassers (Grundwasserrichtlinie)⁵ zu erreichen. Ausnahmeregelungen gelten nach Art. 4 WRRL unter anderen für künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper. Für diese Gewässer ist das Umweltziel des guten ökologischen Potenzials sowie des guten chemischen Zustands relevant (Hahner/Bank/Haas 2003). Einen weiteren Schwerpunkt bilden die Bewirtschaftung von Flussgebietseinheiten und die Beteiligung der Öffentlichkeit bei der Erarbeitung von Bewirtschaftungsplänen.

Änderungen

Nach den vielen sektoralen europäischen Richtlinien wird zum ersten Mal ein ganzheitlicher fachlicher Ansatz einer einheitlichen europäischen Wasserpolitik verfolgt (Hill/Ramm 2003). Nach der rechtlichen Umsetzung bis Ende 2003 wurden die Bestandsaufnahmen bis Ende 2004 abgeschlossen. Von direkter Bedeutung für den Wasserver- und Abwasserentsorgungssektor ist die Forderung, dass innerhalb von 15 Jahren ein guter chemischer Gewässerzustand bei den Gewässern erreicht sein muss, die der Trinkwasserversorgung dienen. Im Art. 7, Abs. 3 misst die Richtlinie dem Schutz der Qualität der Gewässer mehr Bedeutung zu als der Aufbereitung. So könnte im Trinkwassersektor langfristig von einer steigenden Qualität der Wässer ausgegangen werden. Gleichzeitig wird man in der Abwasserentsorgung zumindest in der Anfangsphase mit zusätzlichen Kosten rechnen müssen, um diesen guten Zustand der Gewässer zu erreichen.

Neu an der Wasserrahmenrichtlinie ist auch das Denken und Handeln in Flussgebietseinheiten. So erfolgt die Gewässerbewirtschaftung nicht mehr in Verwaltungsgrenzen, sondern innerhalb von hydrologischen Grenzen. Es erfordert eine Kooperation sowohl auf der Bundesebene als auch auf internationaler Ebene. In diesem Zusammenhang dienen Bewirtschaftungspläne unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Faktoren als Voraussetzung für einen qualitativen und quantitativen Gewässerschutz.

5 Vgl. Die Grundwasserrichtlinie (Tochterrichtlinie der WRRL) konkretisiert die Inhalte der WRRL: Maßnahmen zur Verhinderung der Einleitung von Schadstoffen ins Grundwasser (Vorsorgeliste mit problematischen Substanzen).

Des Weiteren fordert die WRRL dringender denn je im Wasserdienstleistungsbereich das Prinzip der Kostendeckung bis 2010, dabei sind auch Umwelt- und Ressourcenkosten zu berücksichtigen. In Deutschland arbeitet man bei den normalen Betriebs- und Kapitalkosten größtenteils kostendeckend, jedoch ist bezüglich der Integration von Umwelt- und Ressourcenkosten⁶ noch Klärungsbedarf. In diesem Sinne sollen ökonomische Instrumente für die Erreichung ökologischer Ziele eingesetzt werden.

Bei der Planung und Realisierung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen werden zukünftig einige Änderungen erfolgen. Ausgehend von den bisherigen Elementen eines technisch orientierten Vergleichs von Maßnahmevarianten und deren Kosten, einschließlich der Betrachtung der Umweltverträglichkeit, wird auch die ökonomische Bewertung von Ressourcennutzung oder -verbrauch in ihrer Auswirkung auf die Gewässerbiozönose auf die Entscheidungsebene einen entscheidenden Einfluss nehmen. Der weiteren Verminderung der Stoffeinträge aus punktuellen Quellen sind mit der in Deutschland bereits weitgehend umgesetzten Abwasserreinigung im kommunalen und industriellen Bereich insbesondere wirtschaftliche Grenzen gesetzt. So gewinnen auch diffuse Stoffeinträge weiter an Bedeutung.

Konsequenzen

Über die Auswirkungen und Umsetzung dieser Rahmenrichtlinie wird eine breite Diskussion geführt. Es bleibt unklar, wie beispielsweise die Gewässerschutzbemühungen für die zu bildenden Flussgebietseinheiten koordiniert werden sollen.

Diesbezüglich gibt es einen Vorschlag eines dreistufigen Vorgehens zur wirtschaftlichen Analyse von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, der von Ländern und Verbänden vorgezogen wird:

- Beschreibung der Flussgebietseinheit,
- Identifizierung der wichtigsten Wasserbewirtschaftungsfragen,
- Aufstellung der kosteneffizientesten Maßnahmen (LAWA- Arbeitshilfe).

Ebenfalls gehen über die Einheitlichkeit der Umweltqualitätsziele die Meinungen weit auseinander. Eine Ausweitung des Gewässerschutzes stärkt jedoch die Position der Umweltbehörden und Wasserversorgungsunternehmen (WVU) bei der Bekämpfung von Verschmutzungen aus diffusen Quellen (seitens der Landwirtschaft).

Zur Umsetzung der WRRL ist ein enger Zeitplan vorgegeben. So wurde zur Steuerung der Umsetzung in Europa auf europäischer Ebene die Strategische Koordinierungsgruppe SCG (Strategic Coordination Group) gegründet, die ein kohärentes Vorgehen in Europa sicherstellen soll, denn Fehlanwendungen und Streitigkeiten sollen möglichst schon im Vorfeld vermieden werden (Esser/Baum 2003).

Die Kosten für die inhaltlich-materielle Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland betragen fünf bis 33 Mrd.Euro. Das geforderte Kostendeckungsprinzip ist in Deutschland weitgehend umgesetzt (vgl. Italien: je nach Verbrauchergruppe bis zu 70 Prozent Subvention). Ein Problem stellt die zweckentfremdete Nutzung des Wasserpfennigs in einigen Bundesländern dar. Die Wasserverluste hierzulande sind kleiner als zehn Prozent (vgl. Frankreich, England, Italien liegen diese zwischen 20 und 30 Prozent). Deutschland

6 Z.B. Wasserentnahmeentgelte oder Abwassergebühren können teils als Integration von Umwelt- und Ressourcenkosten benannt werden.

ist vollständig mit Wasserzählern ausgerüstet (vgl. dazu Großbritannien mit nur 18 Prozent).

Die Einführung kostendeckender Preise für Wasserdienstleistungen erfordert im Grunde die Einstellung aller bisherigen Subventionspraktiken. Es ist fraglich, wer Nutznießer einer erforderlichen Maßnahme und wer Verursacher eines Zustandes ist. So bedarf es Klärung im Bereich der Übertragung direkter Kostenträgerschaft und Gebührenveranlagung bzw. -bemessung.

Dieses Prinzip der Kostendeckung erfordert Haushaltsdisziplin mittels optimierter Mittelbewirtschaftung. Dennoch mangelt es zurzeit an einer systematischen Vorgehensweise, die praxisrelevante Kriterien für einen ökologisch und wirtschaftlich optimierten Gewässerschutz bereitstellt. Der effiziente Einsatz öffentlicher Mittel wird nur mit einer systematischen Methode möglich, deren wesentliche Schritte sich folgendermaßen darstellen (ATV-Arbeitsgruppe GB-4.4):

- Erkennen der maßgebenden bzw. ökologisch relevanten Belastungsfaktoren,
- Quantifizierung von Wirkungen (Kosten-Wirksamkeits-Analyse, Nutzen-Kosten-Verhältnis),
- Verknüpfung mit Sanierungskosten.

Abbildung 3: Wichtige Fristen der EU-Wasserrahmenrichtlinie*

Wichtige Fristen	
EU-Regelungen Grundwasser	Dez. 2002
Rechtliche Umsetzung	Dez. 2003
Bestandsaufnahme	Dez. 2004
Monitoringprogramme	Dez. 2006
Öffentlichkeitsbeteiligung	
Bewirtschaftungsplan	
Zeitplan und Arbeitsprogramm	Dez. 2006
wichtige Fragen der Bewirtschaftung	Dez. 2007
Entwurf	Dez. 2008
Aufstellung von Bewirtschaftungs-Plan und Maßnahmenprogramm	Dez. 2009
Umsetzung Maßnahmen	Dez. 2012
Zielerreichung	Dez. 2015
Kostendeckende Wasserpreise	Dez. 2010

*Quelle: Naturschutzbund Deutschland (NABU) (2002).

Die Trinkwasserverordnung (TrinkWVO)

Die erstmals 1975 in Kraft getretene Trinkwasserverordnung wurde zum 1. Januar 2003 durch eine völlig überarbeitete Version ersetzt. Die nun erfolgte Novellierung der Trinkwasserverordnung⁷ stellte die erforderliche Rechtskonformität mit der EU-Trinkwasserrichtlinie vom 3. November 1998 her. Zwar liegt die Gesetzgebungskompetenz beim Bund, doch ist es die Aufgabe der Länder, dass der Vollzug dieser Verordnung auf der Kreis- und Kommunalebene rechtzeitig und verordnungskonform erfolgt. Die Unternehmen der öffentlichen Wasserversorgung hatten nur knapp 1 1/2 Jahre Zeit, sich auf die veränderten Anforderungen vorzubereiten.

Wesentliche Inhalte dieser Verordnung sind Regelungen über die Beschaffenheit des Trinkwassers, die Pflichten des Betreibers einer Wasserversorgungsanlage und die Überwachung von Anlagen.

Änderungen

Die TrinkWVO war nicht mit den Regelungen der EU-Trinkwasserrichtlinie konform. Das betraf Anzahl und Höhe zu überwachender Parameter sowie einige Regelungen der traditionellen Trinkwasserüberwachung. Mit Ausnahme der Nickel- und Blei-Grenzwerte, welche verschärft werden, wurden die chemischen Parameter größtenteils unverändert übernommen. Im Übrigen erlangte die neue TWVO erst am 1.1.2003 Gesetzeskraft.

Neu ist die Definition von Trinkwasser (§ 3). Der Begriff Trinkwasser wird nun zum ersten Mal positiv definiert. Nicht nur das eigentliche Wasser zum Verzehr, sondern z.B. auch Wasser für die Reinigung von Wäsche zählen zum Begriff „Trinkwasser“. Es heißt hier: „Trinkwasser muss frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein.“ Um diesen Zustand zu erreichen, müssen bei der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung zum einen die allgemein anerkannten Regeln der Technik⁸ eingehalten und zum anderen die mikrobiologischen, chemischen Anforderungen⁹ und die Grenzwerte für die so genannten Indikator-Parameter erfüllt werden. Weiterhin gilt das Minimierungsgebot. Chemische Stoffe, die eine Gefahr für die Gesundheit darstellen können, sollen so weit wie möglich minimiert werden (auch wenn sie ohnehin schon unter den Grenzwerten liegen).

Die als notwendig formulierte Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik hat weit reichende Konsequenzen für die Versorgungsunternehmen, da die daraus resultierenden Anforderungen nicht nur weit über die Regelungen zur Trinkwasserqualität hinausgehen, sondern auch technisch verantwortliches Personal und eine gerichts feste Organisation fordern (Pätsch 2003). Auswirkungen bezüglich der Kosten liegen nahe.

Gegenüber der alten Trinkwasserverordnung weist die neue Verordnung einige deutliche Änderungen auf, die insbesondere für die Betreiber von Trinkwasseranlagen in Gebäuden (Hausinstallationen) ein hohes Maß an Verantwortung bedeuten. Der Begriff Trinkwasser wird zum ersten Mal positiv definiert, denn nicht nur das eigentliche Wasser zum Verzehr, sondern beispielsweise auch das Wasser für die Reinigung von Wäsche zählen zum Begriff „Trinkwasser“. Durch die Bestimmung des § 8 wurde der Geltungsbereich der

7 Seit dem 1.1.1991 gültig.

8 Durch den Hinweis auf die allgemein anerkannten Regeln der Technik nehmen das DVGW-Regelwerk und DIN- Normen an Bedeutung immer mehr zu.

9 Laut DVGW gelten für die chemischen Anforderungen nun die allgemein anerkannten Regeln der Technik und nicht mehr der Stand der Technik.

TrinkWVO erweitert. Im Gegensatz zu der früheren Forderung, dass das Wasser nur bis zur Übergabestelle an den Verbraucher Trinkwasserqualität haben muss, so muss nun die Wasserqualität jetzt auch an der Zapfstelle¹⁰, d.h. dem Wasserhahn bzw. Waschmaschinenanschluss gewährleistet sein. So sind die Wasserversorgungsunternehmen bis zur Hauptabsperrvorrichtung für dessen Einhaltung zuständig, innerhalb der Hausleitungen der Hauseigentümer. Fragen über eine Veränderung der Wasserqualität, insbesondere durch Vermehrung von Mikroorganismen innerhalb der Hausinstallation, wird zukünftig eine erheblich größere Bedeutung zukommen (Exner 2002).

Dem entsprechend werden Hausinstallationen als eine dritte Gruppe von Wasserversorgungsanlagen definiert. In öffentlichen Gebäuden (z.B. Kindergärten, Krankenhäuser, Sportstätten) unterliegen Hausinstallationen der Aufsicht durch das Gesundheitsamt. Dieses ist verpflichtet, sich auf der Grundlage von Stichproben Informationen über die Qualität des Wassers in Hausinstallationen öffentlicher Gebäude zu verschaffen. Es müssen zumindest die Parameter untersucht werden, die sich in Hausinstallationen negativ verändern können. Durch die Neuerung der Probenentnahme an den Entnahmestellen, anstatt wie bisher an der Einspeisung im Wasserwerk, für diese Ämter ein erheblicher Mehraufwand. Für die Wasserqualität an der Entnahmestelle ist zukünftig der Hauseigentümer bzw. der Planer und Installateur zuständig.

Auch mit der Veröffentlichung der Liste durch das Umweltbundesamt über die Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der TrinkWVO wurden schärfere Grenzwerte eingeführt. Der Zeitraum von zwei Monaten zur Umstellung ihrer Verfahrenstechnik in den Wasserversorgungsunternehmen vor In-Kraft-Treten der neuen Verordnung war meist zu kurz. Für einwandfrei arbeitende Anlagen, die aber bei schlechter Rohwasserqualität die zulässigen Zugabemengen überschreiten würden, sind Ausnahmegenehmigungen vergeben worden. Falls im Falle einer mikrobiologischen Belastung des Rohwassers eine Gefahr zum Auftreten einer übertragbaren Krankheit besteht, muss dieses unverzüglich aufbereitet werden. Allerdings ist dies nicht nur mittels eines Desinfektionsverfahren möglich, sondern beispielsweise durch Vorschaltung von einem Filter. Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 wurden im Bundesgesetzblatt¹¹ veröffentlicht.

Der § 13 schreibt vor, dass die Inbetriebnahme, Änderung und das Bestehen von Nicht-Trinkwasseranlagen durch deren Betreiber anzuzeigen ist. Die Überwachung solcher Anlagen erfolgt durch das Gesundheitsamt.

Wenn die festgelegten Mindestanforderungen an die Qualität des Trinkwassers nicht eingehalten sowie Grenzwerte überschritten werden, sind die Betreiber einer Wasserversorgungsanlage nach § 16 dazu verpflichtet, dies unverzüglich dem Gesundheitsamt anzuzeigen. Es müssen Untersuchungen zur Ursachenaufdeckung durchgeführt und Abhilfemaßnahmen eingeleitet werden. In jedem Fall ist es die Aufgabe der Gesundheitsämter, zu prüfen, ob und wie die Wasserversorgung vorerst gesichert werden kann, ohne die VerbraucherInnen zu gefährden. Diese Grenzwertüberschreitungen lässt die Trinkwasserverordnung (TrinkWVO) lediglich dann zu, wenn diese nur zeitweise (meist auf maximal drei Jahre begrenzt) auftreten und währenddessen keine Alternative für die Bereitstellung von anderen Trinkwasser nutzbar ist. Die Bedingung ist, dass auch hier keine Gefahr

¹⁰ Es wurde im Rahmen dieser Verordnung ein Nitrit-Grenzwert am Zapfhahn eingeführt. Er liegt deutlich niedriger (0,5 mg/l) als der Wert im Rohrleitungsnetz (1 mg/l).

¹¹ Die Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 wurde im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001, Teil I Nr. 24, ausgegeben zu Bonn am 28. Mai 2001, veröffentlicht.

für eine gesundheitliche Beeinträchtigung der VerbraucherInnen besteht. Diese unumgängliche Bedingung ist erst dann erfüllt, wenn während der Grenzüberschreitung die Maßnahmewerte¹² aus der publizierten Empfehlung von der UBA-Trinkwasserkommission eingehalten bzw. unterschritten werden.

Neu ist weiterhin die Verpflichtung (§ 21 Abs. 1), den Verbraucher über die Wasserbeschaffenheit auf Basis der Wasseruntersuchungen nach TrinkWVO zu informieren. Insbesondere Faktoren wie Säurekapazität und Gehalte an Härtebildern sind relevant für die Auswahl der Werkstoffe zur Hausinstallation. Aus dieser Perspektive betrachtet, ist die neue TrinkWVO deutlich verbraucherfreundlicher, weil die geforderte Informationspflicht der Wasserversorgungsunternehmen mehr Transparenz ermöglicht.

Letztendlich wird die staatliche Zulassung durch ein einheitliches System der internen und externen Qualitätssicherung für alle Trinkwasseruntersuchungsstellen (staatliche wie nicht-staatliche) ersetzt. Die erforderlichen Konzepte der Qualitätssicherung (von Einzugsgebiet bis zum Zapfhahn) bedürfen demnach neue Verfahren, die sowohl Gefährdung analysieren als auch die Qualität sichern vermag (Exner 2002). Demzufolge wird zukünftig die mikrobiologische Qualitätssicherung, insbesondere die Berücksichtigung neuer Krankheitserreger, zu einer wissenschaftlichen Herausforderung.

Die Überwachung wasserbedingter Krankheiten erfordert dabei eine enge Kooperation von Wasserversorgungsunternehmen und Gesundheitsbehörden. Die Wasserversorgungsunternehmen und Gemeinden müssen einen Maßnahmenplan für Störfälle aufstellen, der mit dem Gesundheitsamt abgestimmt wird.

Konsequenzen

Die vom Gesetzgeber bewusst vage formulierten Vorgaben erschwerten die praktische Umsetzung der Verordnung in dem relativ knappen Zeitrahmen und machten weitere Diskussionen notwendig (Pätsch 2003). So löste beispielsweise die Aussage des § 3 TrinkWVO „(...) dass in jedem Haushalt die Möglichkeit bestehen muss, zum Waschen der Wäsche Wasser mit der Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch zu nutzen. Ob daneben ein Anschluss besteht und genutzt wird, der Wasser geringerer Qualität liefert, bleibt der eigenen Verantwortung und Entscheidung des Verbrauchers überlassen“, bei einigen Kommunen und Stadtwerken Diskussionen über die Auswirkungen auf den zukünftigen Anwendungsbereich für Regenwasser im häuslichen Bereich (z.B. Waschmaschine) aus. „Die Verordnung regelt weder die Qualität von Dachablaufwasser, noch verbietet sie ausdrücklich die private Nutzung von Dachablaufwasser beispielsweise zum Zwecke des Wäsche Waschens“, so die Aussage des Bundesministeriums für Gesundheit.

Diese Verordnung übt durch diese unklare Formulierungsweise jedoch indirekt Einfluss auf den Entwicklungsbereich der Regenwassernutzung aus. So darf das Dachablaufwasser (Regenwasser) zwar für hygienisch weitgehend unkritische häusliche Zwecke (Toilette) genutzt werden, nicht jedoch für empfindliche Anwendungsbereiche wie zur Nahrungszubereitung, Körperhygiene und Reinigung von Gegenständen.

Durch die deutliche Veränderung in den Untersuchungspflichten, es müssen zwar weniger Proben pro Jahr untersucht werden, dennoch steigt der Untersuchungsumfang durch die

12 Diese Werte können unter der Adresse www.umweltbundesamt.de heruntergeladen werden.

Erweiterung der Parameter. So dürfen die Probenahme und Untersuchungen nur durch akkreditierte Labore erfolgen. Das ist insofern bedeutend für die Unternehmen, als das der hohe (finanzielle) Aufwand für die Akkreditierung eigener Betriebslabore¹³ unzumutbar wird oder auch das Schließen kleinerer Betriebslabore nach sich zieht. Der hohe und regelmäßig anfallende Kostenfaktor bedeutet folglich für die (kleineren) Wasserversorgungsunternehmen und (kleineren) Gesundheitsämter eine hohe finanzielle Belastung. So wird die „Akkreditierung“ der Labore, die zukünftig Trinkwasser untersuchen dürfen, eher als problematisch angesehen, weil ein „vergleichbarer Kompetenznachweis“ etwa in Form einer Zertifizierung (z.B. ISO 9000 ff.) vom Gesetzgeber nicht berücksichtigt wird (Castell-Exner/Mendel/Ließfeld 2001). Im Sinne des Verbraucherschutzes sind der Abbau eigener Laborkapazitäten und die gefährdete Sicherung von Produktqualität vor Ort, durch Untersuchungen ausschließlich von externen Laboren, als durchaus bedenklich zu beurteilen. Weiterhin werden sich Schwierigkeiten bei der „Erkennung“ „unabhängiger Stellen“ ergeben, die im Auftrag der Gesundheitsämter Überwachungsuntersuchungen durchführen sollen. Auch die Tatsache, dass, möglichst ohne erhöhten Personalbedarf bei den Gesundheitsämtern, zukünftig an den Entnahmestellen (Zapfhähnen) statt an der Einspeisungsstelle des Wasserwerkes Proben zu ziehen sind (Csicsaky 2003), ist problematisch.

Durch die Überprüfung der Hygiene, Funktionsfähigkeit und Sicherheit in der Hausinstallation wird sich ein völlig neues Aufgabenfeld für Installateure und Versorgungsunternehmen erschließen. Heizungs- und Sanitärinstallateure müssen demzufolge vor einer Wasserinstallation die für die Gemeinde gültigen Wasseranalysewerte berücksichtigen und anschließend entscheiden, welcher Rohrwerkstoff eingesetzt wird. Die novellierte Verordnung will hiermit sicherstellen, dass mehr noch als bisher die Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser gewährleistet ist und Verunreinigungen durch Krankheitserreger oder wegen alter Rohre verhindert werden. So kann es dazu führen, dass Wasserversorgungsunternehmen einen bestimmten Rohrtyp (so er noch vorhanden ist) austauschen müssen (tauchgeteerte Rohre). Die Grenzwerte für Blei, Nickel, Kupfer wurden gesenkt. Vor allem die Minderung der Blei-Konzentrationen¹⁴ kann nur durch Austausch von Bleirohren erreicht werden. Probleme ergeben sich hinsichtlich des Altbestandes an Bleirohren, da das rechtlich geforderte Wochenmittel der Bleikonzentrationen mit den herkömmlichen Ressourcen nicht darstellbar ist. Ein vom UBA entwickeltes Ersatzverfahren ist allerdings von der EU noch nicht als gleichwertig akzeptiert worden.

Die Umsetzung der Anforderungen dieser Novelle ist unmittelbar mit zusätzlichen Kosten verbunden. Wie hoch diese jeweils sind, ist abhängig von den jeweiligen Unternehmen. Die Kosten ergeben sich aus:

- dem Überwachungsaufwand auf der Ebene der Gewinnung und Aufbereitung (durch zusätzliche Untersuchungen, Überwachungsaufgaben und Berichtspflichten),
- dem Anpassungsaufwand auf der Ebene der Aufbereitung (durch Anpassung und Optimierung der Aufbereitungstechnik; die Planung, Bau und Betrieb mit eventuell weiteren Aufbereitungsschritten, den Austausch vorhandener nicht zertifizierter UV-Anlagen),

13 Nach dem Standard DIN EN ISO/IEC 17025.

14 Zusätzlich sind seit November 2003 die Bleigrenzwerte verschärft worden, die diesbezüglich vor allem im Rahmen der Hausleitung eine Relevanz haben. Voraussichtlich werden diese Werte im November 2013 noch weiter gesenkt. (Übergangsfrist bis 30.11.2013).

- dem Anpassungsaufwand auf der Ebene der Verteilung (durch Anpassung an die anerkannten Regeln der Technik, zusätzliche Desinfektionsanlagen), den Betriebskosten (verschärfte Meldepflichten, erhöhter Spülaufwand, Aufbereitungsschemikalien),
- Sonstiges (Akkreditierung des Betriebslabors, Schulungsaufwand für Mitarbeiter),
- Organisatorisches (Maßnahmenpläne und Untersuchungsprogramme).

Da Umsetzungsprobleme erst im täglichen Umgang mit der Verordnung richtig erkennbar werden, ist mit einem Nachbesserungsbedarf zu rechnen. Die Versorgungsunternehmen bedauern, dass es mittels dieser Novelle wieder nicht gelungen ist, eine bundeseinheitliche Ausführungsverordnung zu erlassen. Allein Bayern hat seinen Gesundheitsbehörden im Oktober 2002 „Hinweise zum Vollzug der TrinkWVO“ zur Verfügung gestellt.

2.3.3 Schlussfolgerung

Im internationalen Vergleich gilt das deutsche System zwar als effektiv, doch die Mehrstufigkeit der rechtlichen Regelung der Wasserver- und Abwasserentsorgung ist relativ zeitaufwendig und schränkt den Handlungsspielraum ein (BMBF 2000).

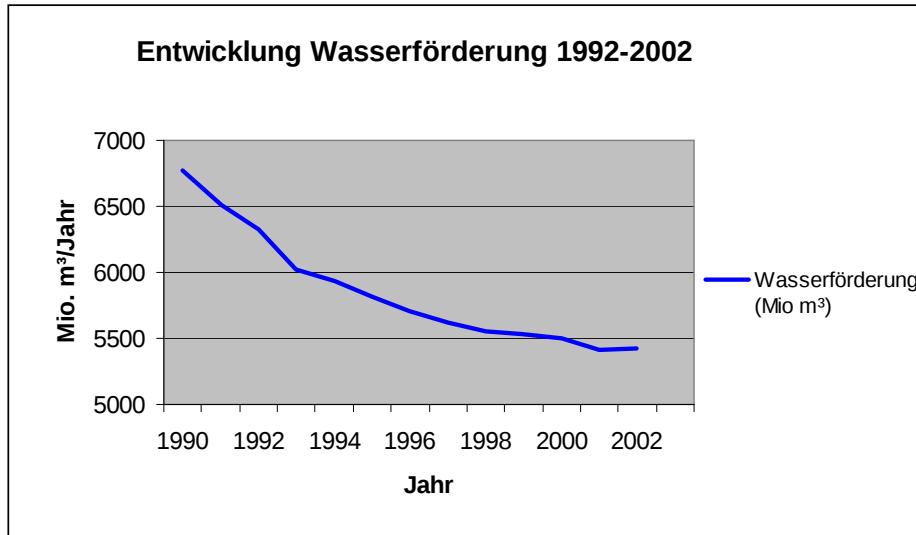
In der nationalen Gesetzgebung sowie der rechtlichen Praxis im Wasser- und Abwassermanagement wird ein generelles Umdenken aufgrund der Veränderungen auf der Ebene der EU erforderlich. Z.B. müssen Richtlinien und Qualitätsanforderungen für eine hygienische Deponierung des Urins entwickelt werden. Um dezentrale Sanitärkonzepte mehr fördern bzw. neben zentralen gleichberechtigt behandeln zu können, wird ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren unerlässlich (Wilderer/Paris 2001: 87).

Deutlich wird, wie inflexibel oder starr stellenweise die rechtlichen Rahmenbedingungen bezüglich der anzuwendenden Technik und deren technologische Entwicklung sind und diese scheinbar zum Teil ökonomisch und ökologisch sinnvolle Lösungen ausschließen, z.B. dass Teilstromlösungen durch die Trinkwasserverordnung eher behindert werden. Diesbezüglich besteht noch großer Diskussionsbedarf. Änderungen rechtlicher Rahmenbedingungen sollen in jedem Fall sicherstellen, dass bei einer Neuordnung der Versorgung diese möglichst restriktionsfrei durchführbar sind.

2.4 Veränderungen der Bedarfsstrukturen

Die Aufrechterhaltung der technischen Infrastruktur und die Sicherung der Versorgungsleistungen werden für alle Akteure in den nächsten Jahrzehnten eine politische Herausforderung erster Ordnung darstellen. Neben den bereits beschriebenen Veränderungen im rechtlichen Rahmen und im Verbraucherverhalten haben besonders die Veränderungen in der Siedlungsentwicklung einen maßgeblichen Einfluss. Die Entwicklung des Wasserbedarfes ist in den zurückliegenden Jahren von einem klaren Trend zu einem Minderverbrauch mit abnehmender Tendenz geprägt.

Abbildung 4: Entwicklung der Wasserförderung in Deutschland 1992-2002*



*Quelle: BGW 2003.

Im Folgenden werden die Konsequenzen für netzgebundene Infrastruktursysteme dargestellt, die sich aus den Veränderungen der Bedarfsstrukturen ergeben. Hierbei wird unterschieden zwischen Wachstums-, Stagnations- und Schrumpfungsprozessen. Diese Prozesse werden schließlich anhand von Fallregionen/-städten¹⁵ untersucht und dargestellt, deren Auswahl allein dadurch bedingt ist, dass diese Städte bereits im Vorfeld ihre Kooperationsbereitschaft als Praxispartner für die Forschungsarbeit des netWORKS-Verbundes zugesagt haben und somit eine schnelle Bereitstellung von statistischen Daten und interviewbasierten Erfahrungswerten diese Untersuchungen erleichterten.

2.4.1 Veränderung der Bedarfsstrukturen durch ein geändertes Verbraucherverhalten

Deutschland hat mit weniger als 130 Litern pro Einwohner und Tag einen so niedrigen Wasserverbrauch, dass es im europäischen Vergleich zusammen mit Belgien den ersten Platz im Wassersparen belegt. Der stellenweise deutlich spürbare Rückgang des Wasserverbrauchs kann zu gravierenden ökologischen und technischen Problemen in den Netzen führen, welche die Diskussion beispielsweise um Wassersparmaßnahmen in Deutschland maßgeblich verändert. Die weiteren Folgen werden ausgiebig im Kapitel 2.4.2 behandelt.

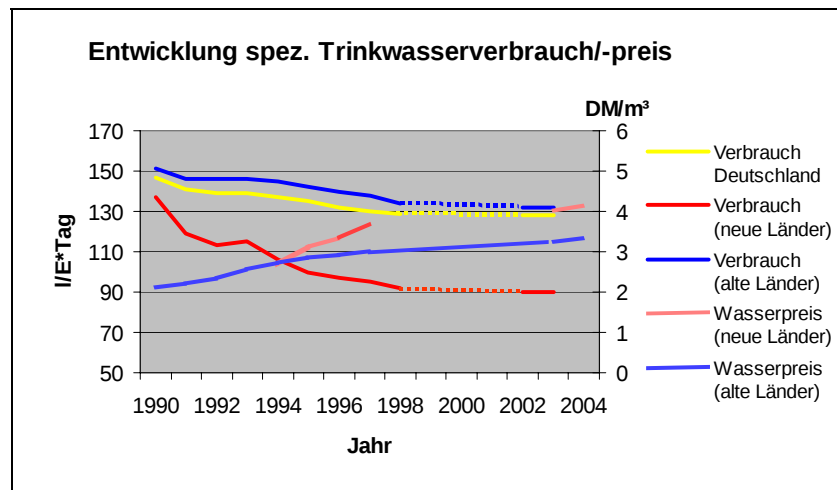
Das „Wassersparen“ ist vor allem auf die Öffentlichkeitsarbeit (Wassersparkampagnen) der Verbände in der Wasserwirtschaft zurückzuführen, die aus ökologischen Gesichtspunkten dazu aufriefen. Die Umsetzung des Minimierungs- und Sparsamkeitsgebotes¹⁶ im Umgang mit Wasser, führte, entgegen aller Prognosen in den 70er-Jahren, geschuldet durch ein verändertes Verbraucherverhalten, der Kreislaufführung von Wasser in der In-

15 netWORKS-Praxispartner: Frankfurt (Oder), Region Hannover, München, Oldenburg, Schwedt/Oder.

16 Festlegung im § 1a, Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (konkretisiert in Art. 12 der 1991 erlassenen EG-Richtlinie).

dustrie sowie durch den vermehrten Einsatz wassersparender Armaturen, zu einem deutlichen Rückgang des Trinkwasserverbrauchs.

Abbildung 5: Entwicklung Wasserverbrauch pro Einwohner und Tag – Vergleich neue Bundesländer/alte Bundesländer*



*Quelle: BGW 2003.

Ein extremer Verbrauchsrückgang war besonders in Ostdeutschland nach der „Wende“ zu spüren, der auf die sprunghafte Erhöhung der Wasser- und Abwassergebühren, Anlagen- und Gebäudesanierungen, einem veränderten Nutzerverhalten und dem Zusammenbruch der Industrie zurückzuführen ist. Hinzu kommt, dass immer mehr Landwirte versuchen, mit Hilfe von Hausbrunnen den steigenden Wassergebühren zu entgehen. Am auffälligsten ist die Situation in Mecklenburg-Vorpommern, hier fordert der Landesverband der BGW (Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft) ein Verbot von Hausbrunnen und Regenwassernutzungsanlagen, um die Probleme, die durch stagnierendes Trinkwasser in mittlerweile zu groß dimensionierten Leitungen entstehen, zu mildern.

Im Privatsektor sind zwar viele der Einsparpotenziale bereits ausgeschöpft, wie zum Beispiel wassersparende Armaturen, Stopp-Tasten bei Toiletten, jedoch kann langfristig auch eine verstärkte Regenwasser- bzw. Grauwassernutzung sowie eine weiterhin betriebene Wassersparpolitik sich dämpfend auf den Verbrauch auswirken bzw. die Problematik des Druckverlustes in den Netzen noch verstärken. Die Notwendigkeit derartiger Maßnahmen und in diesem Zusammenhang die Richtigkeit der Definition einer „Nachhaltigen Wasserpolitik“ sollte überdacht werden, weil ökonomische, ökologische und wasserwirtschaftliche Wirkungen nicht wirklich eingeschätzt werden können.

Durch den Einsatz neuer Technologien wird der Wasserverbrauch wahrscheinlich noch weiter zurückgehen, da unter anderem die Membrantechnologie es vielen industriellen Branchen erlaubt, Abwasser so hochwertig wieder aufzubereiten, dass es beinahe beliebig oft in einem Kreislauf gefahren werden kann. Die sinkenden Preise für die Membrantechnologie, verlängerte Standzeiten und eine vereinfachte Reinigung und Wartung dieser Anlagen machen diese Technologie sehr attraktiv.

Finanziell betrachtet, dürfte es für die VerbraucherInnen keine Anreize mehr zum Wassersparen geben, da die niedrigeren Verbrauchswerte im Allgemeinen mit höheren Was-

serpreisen einhergehen und bei rückläufigem Wasserverbrauch diese hohen Fixkosten pro Kubikmeter Wasser auf die reduzierten Wasserabgaben umgelegt werden müssen.

Tabelle 1: Entwicklung der Kosten und Preise bei einer Reduktion des Wasserverbrauchs*

Wasserverbrauch	I/(EW*d)	120	100	80	60
	m3/a	43,3	36,5	29,2	21,9
Fixkosten	EUR/a	157,68	157,68	157,68	157,68
Variable Kosten	EUR/a	17,52	14,60	11,68	8,76
Gesamtkosten	EUR/a	175,20	172,28	169,36	166,44
Einnahmen beim Preis von 4 EUR/m3	EUR/a	175,20	146,00	116,80	87,60
Deckungslücke bei öffentlichen Unternehmen	EUR/a	0,00	26,28	52,56	78,84
Kostendeckender Preis	EUR/m3	4,00	4,72	5,80	7,51

*Quelle: Entnommen aus Leist 2002.

Die Trinkwasserentnahme, und somit auch die Einleitung von Abwasser, unterliegen tages- und jahreszeitlich bedingten Schwankungen. Die Ver- und Entsorgungsunternehmen müssen jedoch zu jedem Zeitpunkt die Nachfrage befriedigen, d.h. das zur Spitzenzeit benötigte Wasser durch das Netz transportieren („Spitzenlastproblem“). Allerdings lässt sich insbesondere die Trinkwassergewinnung nicht dynamisch anpassen, so dass ein erheblicher Teil der Versorgungskapazität der Vorhaltung (Speicherung) dient. Die Tatsache, dass Wasser aus hygienischen Gründen nur bedingt lagerfähig ist und leitungsgebunden über ein Netz verteilt wird, macht die Handlungserfordernis bei sinkendem Wasserbedarf deutlich.

Wassersparen ist in diesem Zusammenhang ein Hauptfaktor für die Netzprobleme einiger Städte in den neuen Bundesländern und führt zu einem verstärkten Reinigungs- und damit auch Kostenaufwand in der Kanalisation. Die längere Verweildauer des Abwassers im Kanalsystem führt zu Faulungsprozessen der entstehenden Ablagerung von mineralischen und organischen Grobstoffen, die mit Geruchsbelästigungen der Anwohner einhergehen. Zur Beseitigung dieser Ablagerungen sowie zur Reinigung im Allgemeinen werden Spülverfahren eingesetzt, die häufig auf einer Kombination von Reinwasser (Trinkwasser) und Druck(-luft) basieren (Hosang/Bischof 1998: 312 f.) Durch den Minderverbrauch wird also zusätzliches „Spülwasser“ für die Abwasserbeseitigung verursacht. Aber auch in den Trinkwasserleitungen können diese Effekte vor allem in den Bereichen, in denen auch Löschwasser über das Netz sichergestellt wird, gravierende Folgen für die Hygiene (Wiederverkeimung) und auch mögliche zusätzliche Ablagerungen haben.

Die weitere Förderung des Wassersparens sollte deshalb differenziert betrachtet werden, da nur in einigen Regionen Probleme hinsichtlich der Wasserquantität (z.B. Grundwasserdefizit in der Lausitz) bestehen. Priorität dagegen ist eher auf der Verringerung der Schmutzfrachten zu legen. Neben einem veränderten Verbrauchsverhalten wirken sich aber auch Veränderungen durch Siedlungsentwicklungsprozesse (vgl. Kapitel 2.4.2) auf-

grund hoher Zusatzinvestitionen sowohl technisch als auch finanziell für die Haushalte kontraproduktiv aus. Diese werden im Folgenden beschrieben.

2.4.2 Veränderung der Bedarfsstrukturen durch Veränderungen in der Siedlungsstruktur

Die große Veränderungsdynamik vieler Städte ist ihrem Stadtbild für jeden ersichtlich, vor allem in Schrumpfungsregionen. Dagegen finden die Folgen für den „unterirdischen Bau-raum“ (die technische Infrastruktur) weit weniger Beachtung, obwohl die Konsequenzen absehbar sind und die Kosten für die Anpassung der Leitungsnetze in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erheblich sein können (Koziol/Walther 2002). Zudem hat die deutlich veränderte (geringere) Nachfrage für leitungsgebundene Infrastrukturen (vgl. Kap. 2.4.1) einen wesentlichen Einfluss auf die nicht nur ökonomische sondern auch technische Funktionsfähigkeit der Systeme. Für den heutigen Bedarf und eben besonders in den Schrumpfungsregionen sind diese Netze meist zu groß dimensioniert, was zu erheblichen funktionalen und ökonomischen Problemen führt.

Dabei ist sehr deutlich eine auseinander gehende Entwicklung in den alten und neuen Bundesländern zu beobachten. Zum erheblich geringerem spezifischen Wasserverbrauch in den neuen Bundesländern (rund 30 Prozent unter dem der alten Länder) kommt eine erhebliche Veränderung des Wasserverbrauches pro erschlossener Siedlungsfläche hinzu, die durch eine Verringerung der spezifischen Wohnungsbelegung, Stadt-Umland-Wanderung und Fernwanderung erzeugt wird und zu einem relevanten Wohnungsleerstand führt.

Diese Entwicklung wird sich auch in den kommenden Jahren in vielen Versorgungsgebieten, auch verstärkt in Teilregionen der alten Bundesländer fortsetzen. Die Konsequenzen des dadurch entstandenen Minderverbrauches sind derart gravierend, dass dieser Zusammenhang im Folgenden näher betrachtet werden soll.

Infrastruktur in Wachstums- und Stagnationsprozessen

Schrumpfungsprozesse in ihrer Wirkung auf die Auslastung von Netz- und Anlagenstrukturen sind ein vergleichsweise neues Forschungsfeld. Bislang standen eher die Konsequenzen von Wachstumsprozessen auf die Funktion und Kostenstruktur der Netze im Mittelpunkt. Dabei müssen unterschiedliche Konstellationen unterschieden werden. Wenn auch in weiten Teilen Deutschlands derzeit eher eine Stagnation bis hin zu einem leichten Rückgang des Wasserverbrauches zu verzeichnen ist, sehen sich einzelne, vor allem „boomende Wachstumskerne“ immer noch mit diesem Phänomen konfrontiert. Deshalb sind wichtige Aspekte im Folgenden hierzu zusammengefasst. Im Anschluss daran sollen an zwei Fallbeispielen, der Region Hannover und der Stadt Oldenburg, die unterschiedlichen Prozesse aufgezeigt und Folgerungen abgeleitet werden. Beide sind Praxispartner im Forschungsprojekt netWORKS.

Definition und Formen der Prozesse

Für die Betrachtung sind folgende Definitionen maßgebend:

- Im Prozess Stagnation bleiben die Bedarfsstrukturen hinsichtlich der Menge und Struktur der Netze konstant.
- Im Prozess Wachstum ist eine differenzierte Herangehensweise notwendig.

Es werden für die weitere Bearbeitung drei unterschiedliche Wachstumsprozesse definiert:

- *Mengenwachstum*: Maßgebend für diese Ausprägung des Wachstumsprozesses ist die Zunahme der Bedarfsmengen. Bezogen auf die Wasserver- bzw. Abwasserentsorgung, entspricht das der Zunahme des spezifischen Wasserbedarfes bzw. des Abwasseranfalles je Einwohnergleichwert.
Der betrachtete Fall ist typisch für Gebiete, die an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen werden. In Deutschland war dies in den 50er- und 60er-Jahren aktuell, heute findet man diese Konstellation in der Regel in aufstrebenden Industrieregionen der Welt (z.B. China).
- *Flächenwachstum*: Betrachtungsgegenstand ist Wachstum im Sinne der räumlichen Ausdehnung des Netzes durch eine flächenmäßige Erweiterung des Ver- und Entsorgungsgebietes rund um ein bereits bestehendes Ver- und Entsorgungsnetz.
Typisch für diesen betrachteten Fall sind Suburbanisierungsregionen rund um Ballungszentren in Deutschland.
- *Dichtenwachstum*: Durch eine Zunahme der Siedlungsdichte verursachtes Wachstum der Bedarfsmengen und der Netzdetaillierung, wird der Begriff Dichtenwachstum näher betrachtet. Eine Zunahme der Siedlungsdichte führt, die Konstanz anderer Faktoren vorausgesetzt, zu einer Erhöhung der Auslastung je Leitungsmeter. Die Siedlungsdichte kann zum einen durch eine bauliche Nachverdichtung von Siedlungsgebieten verursacht werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Zunahme der Bevölkerungsdichte in der vorhandenen Bebauung, die jedoch im europäischen Rahmen keine nennenswerte Bedeutung erlangt.

Grundsätzlich sind die genannten Wachstumsausprägungen in der Praxis nur bei hinreichend kleinen Betrachtungsgebieten voneinander zu trennen. Alle Prozesse sind miteinander kombinierbar und verlaufen in der Praxis parallel. Im Rahmen dieser theoretischen Betrachtung werden im Folgenden die einzelnen Prozesse separat unter technischen, ökonomischen und ökologischen Kriterien betrachtet und erst in einem zweiten Schritt Wechselwirkungen dargestellt.

Tabelle 2: Auswirkungen von Stagnation und Wachstum auf Mengen und Leitungslängen bei zentralen Systemen*

	Mengen pro Kopf	Leitungslänge Pro Kopf	Flächen- verbrauch	Gesamtmenge
Stagnation	konstant	konstant	konstant	konstant
Mengenwachstum	steigend	konstant	konstant	steigend
Flächenwachstum Suburbanisierungsregion	konstant	steigend ¹	steigend	konstant
Flächenwachstum Wachstumsregion	konstant	steigend ¹	steigend	steigend
Dichtenwachstum	konstant	konstant	konstant	steigend

*Quelle: Eigene Darstellung.

1 Bezogen auf das Gesamtversorgungsgebiet des zentralen Netzes.

Stagnation

Grundlage für die technische Bemessung von Infrastrukturnetzen sind Prognosen, welche die Anforderungen an das Netz bzw. die Bedarfsstruktur über dessen Lebensdauer definieren. Aufgrund der geringen baulichen Anpassungsfähigkeit zentraler Systeme, z.B. in der Wasserver- und Abwasserentsorgung, werden bei der Bemessung der Systeme bereits Mengenschwankungen, die im Rahmen dieser Prognosen auftreten, berücksichtigt. Stellt sich die Stagnation innerhalb des Bemessungsspielraumes ein, d.h. bleiben die bei der Bemessung zugrunde gelegten Bedarfswerte konstant, kann der Betrieb des Netzes aus technischer Sicht aufrechterhalten werden.

Grundsätzlich gelten diese Aussagen auch für dezentrale, nicht netzgebundene Systeme.

Ähnlich stellt sich die ökonomische Bewertung dar. Grundlage für die Preis- bzw. Gebührenermittlung sind ebenfalls die genannten Prognosen. Eine langfristig stabile Preis- und Gebührenkalkulation ist unter der Annahme stagnierender Mengen und Systemstruktur möglich.

Problematisch ist Stagnation nur dann, wenn der Zeitpunkt des Eintretens der Stagnation vor dem Erreichen des ursprünglich geplanten Ausbauzustandes fällt (z.B. zentrale Kläranlagen in den Neuen Bundesländern). Zwar sind keine Auswirkungen auf die Gebühren und Preise zu erwarten, weil den Verbrauchern die daraus resultierende Überdimensionierung zentraler Komponenten nicht zur Last gelegt werden kann, grundsätzlich entstehen je Mengeneinheit bereitgestelltes Wasser oder gereinigtes Abwasser höhere spezifische Kosten, die durch das Unternehmen zu tragen sind.

Auf eine Betrachtung aus ökologischer Sicht wird verzichtet, weil sich bei Stagnation keine nennenswerten Veränderungen im Vergleich zum Ausgangszustand im Sinne des Ressourcenschutzes ergeben.

Wachstum

Wachstum der spezifischen Mengen (Mengenwachstum)

Derzeit ist die Betrachtung des Mengenwachstums im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung in Europa vor dem Hintergrund der auf niedrigem Niveau stagnierenden spezifischen Bedarfswerte von eher theoretischer Natur. Aus Gründen der Vollständigkeit, der Verallgemeinerbarkeit und der internationalen Verwertbarkeit werden die Auswirkungen und die Konsequenzen im Folgenden kurz dargestellt.

Aus technischer Sicht ist die (dauerhafte) Zunahme des spezifischen Bedarfes für zentrale Netze solange weitgehend unproblematisch, soweit bestimmte Parameter (z.B. Fließgeschwindigkeit) innerhalb des Netzes nicht überschritten werden. Weiterhin ergeben sich beim Betrieb von Wassernetzen und Abwassernetzen Spielräume aufgrund der Verteilung der Bedarfs- bzw. Belastungsspitzen im Tages- und Jahresverlauf sowie aufgrund der Sicherheitsfaktoren bei der Bemessung.

Bei Überschreitung netzspezifischer Grenzwerte können insbesondere bei Belastungsspitzen folgende technische Probleme (in der Regel temporär) auftreten:

In der Wasserversorgung:

- Zunahme der Fließgeschwindigkeiten und damit überdurchschnittlicher Druckabfall in den Hauptleitungen bis hin zum Ausfall von Netzteilbereichen,
- Überschreitung der Kapazität technischer Komponenten (Pumpen, Wasserspeicher),
- Überschreitung der Kapazität der Wassergewinnung.

In der Abwasserentsorgung:

- Überschreitung der Kapazität der Schmutzwasser(haupt-)leitungen (Rückstauungen),
- (Möglicherweise Verkürzung der Durchlaufzeiten in Kläranlagen mit Reduzierung der Reinigungsleistung).

Ähnlich stellt sich die Problematik bei nicht netzgebundenen Systemen in der Abwasserentsorgung dar. Während auf zentrale Reinigung ausgerichtete Systeme (abflusslose Sammelgrube) aufgrund der Verringerung der Leerungsintervalle direkte Auswirkungen auf Kosten beim Nutzer haben und damit einen „Erziehungseffekt“ bewirken, sind bei Systemen, die auf dezentrale Reinigung setzen (Kleinkläranlagen KKA) technische Auswirkungen nur mittelbar zu erwarten. Die Herabsetzung der Reinigungsleistung aufgrund der Verkürzung der Durchlaufzeiten, infolge des geringen Puffervermögens der mechanischen Reinigungsstufe bei KKA, ist zwar kein technisches Problem, erfordert jedoch technische Anpassungsmaßnahmen, um ökologische Konsequenzen zu vermeiden.

Wie bereits dargelegt, wurden die Spielräume bis zum Erreichen problematischer Netzbelastungen in den letzten beiden Jahrzehnten durch den Rückgang des spezifischen Verbrauches deutlich erhöht (vgl. auch Kap. 2.4.1 Abb.5).

Aus heutiger Sicht sind in Deutschland deshalb durch Mengenwachstum verursachte kritische Netzzustände nicht zu erwarten, weil die ursprüngliche Bemessungsmenge der

Wasser- und Abwassersysteme weit über dem heutigen spezifischen Bedarf liegt. Die Ursachen liegen, wie bereits im Rahmen des Forschungsvorhabens ausführlich dargelegt, zum einen im veränderten Verbraucherverhalten der Haushalte, zum anderen im deutlich verringertem Wasserbedarf der Industrie- und Gewerbebetriebe.

Aus ökonomischer Sicht ist ein spezifisches Mengenwachstum ebenfalls unproblematisch. Bewegen sich die Erhöhungen im Spielraum der natürlichen Netzanpassungsfähigkeit, ergeben sich geringere spezifische Kostenbelastungen je Mengeneinheit. Der daraus resultierende finanzielle Spielraum kann zum einen an den Verbraucher weitergegeben werden, sinnvollerweise wäre ein Einfrieren der Preise und eine Investition in die Netzbereiche zur langfristigen Sicherung der Versorgung der perspektivisch bessere Weg.

Eine mögliche Strategie zur Modernisierung ist eine Umverteilung der verbrauchsgebundenen Kosten auf den Grundpreis der Wasserversorgung. Diese wurde bereits in der Praxis umgesetzt, doch bisher mit wenig Erfolg. Der eingetretene Effekt der Bedarfsstabilisierung konnte nicht eindeutig der Preisumstrukturierung zugerechnet werden.

Bei Überschreitung der technischen Spielräume sind technische/bauliche Anpassungsmaßnahmen umzusetzen, die die Kapazität des Versorgungsnetzes erhöhen. Diesen Maßnahmen steht aufgrund der höheren Bedarfsmengen und damit des höheren Kostendeckungsbeitrages eine finanzielle Deckung gegenüber.

Aus ökologischer Sicht ist das Wachstum in Bezug auf die Wasserver- und Abwasserentsorgung grundsätzlich sehr differenziert zu betrachten. Letztendlich ist mit dieser Wachstumsausprägung immer eine Zunahme des Ressourcengebrauches verbunden. Zwar besteht im Bereich der Wasserversorgung in Deutschland keine Ressourcenknappheit, lokal gesehen zeigten sich in der Vergangenheit sehr wohl erhebliche Verknappungserscheinungen, denen mit erheblichem technischem Aufwand begegnet wurde (z.B. Bodensee-wasserversorgung für Stuttgart). Weiterhin besteht eine Ressourcenvernetzung, d.h. die Bereitstellung bzw. Entsorgung des Gutes Wasser ist mit enormem energetischen Aufwand verbunden, der sich nach wie vor im Wesentlichen aus nicht regenerativen Energien deckt. Andererseits werden durch die Wasserver- und Abwasserentsorger in Deutschland erhebliche Aufwendungen zur Daseinsvorsorge zur Sicherung des langfristigen Bestandes an Trinkwasser getätigt, die jedoch in die Bewertung nicht eingebunden werden, weil diese ohne Eingriffe in die ökologischen Prozesse nicht erforderlich wären. Die Gesamtbilanz fällt unter diesen Aspekten negativ aus.

Wachstum der besiedelten Fläche (Flächenwachstum)

Bei der Betrachtung der flächenmäßigen Erweiterung des Ver- und Entsorgungsgebietes muss zwischen zwei unterschiedlichen Wachstumsausprägungen unterschieden werden, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

■ Suburbanisierungsregion

Die Suburbanisierungsregion ist dadurch gekennzeichnet, dass im Zuge der Ausbildung so genannter „Speckgürtel“ bzw. Suburbanisierungsgebiete im Umfeld größerer Siedlungskerne die flächenmäßige Ausdehnung des Ver- und Entsorgungsnetzes zunimmt, die Versorgungsdichte innerhalb des Kerngebietes jedoch abnimmt. In den Netzrandbereichen werden Gebiete geringer Siedlungsdichte errichtet.

Die Siedlungsdichte nimmt bei konstantem Gesamtbedarf ab. Diese Umstrukturierung der Siedlungsgebiete ist für viele Ballungsgebiete in Deutschland ein typischer Fall.

■ Wachstumsregion

In Wachstumsregionen erfolgt die Ausdehnung des Siedlungsgebietes nicht auf Kosten der Siedlungsdichte im Kerngebiet. Diese bleibt weitgehend erhalten. Der Zuwachs erfolgt nur durch tatsächlichen Zuzug in die Region. Technisch, auf die Ver- und Entsorgungsnetze bezogen, sind damit die Erhaltung der Versorgungsdichte im Kernbereich und der Ausbau der Netze in den Randbereichen verbunden. Die durchschnittliche Siedlungsdichte nimmt zwar ab, insgesamt nimmt der Gesamtbedarf jedoch zu. Ein Fall, wie er heutzutage im Wesentlichen nur noch in Ballungsräumen der zweiten und dritten Welt zu beobachten ist.

Insgesamt wird bei der Betrachtung von einem konstanten spezifischen Wasserbedarf/Abwasseranfall ausgegangen.

Um eine ökonomische Betrachtung der beiden Wachstumsausprägungen aufzuzeigen, werden in diesem Zusammenhang die Kostendeckungen der einzelnen Siedlungsstrukturen am Beispiel Abwasser aufgezeigt.

Gemäß den kommunalen Abgabengesetzen der Länder besteht innerhalb eines Siedlungsgebietes die Pflicht zur Gebührengleichheit. Weiterhin besteht die Pflicht zur kostendeckenden Erhebung der Abwassergebühr. In der Konsequenz ist die erhobene Abwassergebühr ein Mischpreis aus den mit geringerem Aufwand und kürzeren Wegen je Mengeneinheit abgeleiteten Abwässern aus Gebieten mit hoher Siedlungsdichte und dem mit hohem Aufwand und langen Wegen je Mengeneinheit erfassten Abwässern aus Gebieten geringer Siedlungsdichte (meist in Randlagen). Der Abwasserpreis für Gebiete geringer Siedlungsdichte wird durch die Gebiete hoher Siedlungsdichte subventioniert.

Für die Preisgestaltung der Wasserversorgung gelten ähnliche Aussagen.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die ökonomische Bewertung zentraler Netze wie folgt dar:

■ Suburbanisierungsregion

Erfolgt die flächenmäßige Ausdehnung des Siedlungs- und damit des Ver- und Entsorgungsgebietes auf Kosten der Siedlungsstrukturen höherer Dichte, werden kurz- bis mittelfristig die Gebühren/Preise zur Sicherstellung der Kostendeckung steigen. Verursacht werden diese steigenden Preise/Gebühren zum einen durch die steigenden Betriebskosten je Mengeneinheit, zum anderen durch den Investitionsaufwand zur Netzerweiterung. Die Effekte sind damit ähnlich wie bei schrumpfenden Regionen.

Zusätzlich wird der Investitionsrahmen des Unternehmens durch die Neuinvestition in die Netzerweiterung erheblich beansprucht, weshalb Ersatzinvestitionen in das bereits vorhandene Netz zurückgestellt werden müssen.

Bezogen auf Netzteilbereiche, kann die Umstrukturierung des Versorgungsgebietes durch Suburbanisierungsprozesse sogar Anpassungsprozesse im bestehenden (nicht abgeschriebenen) Netz erfordern, die aufgrund der Überlastung bzw. Unterauslastung bestimmter Leitungsabschnitte im Hauptverteilnetz erforderlich werden. Daraus resultieren zusätzliche Kosten, die mittelbar preis-/gebührenwirksam werden.

In der Konsequenz ergibt sich im Kernbereich eine verschlechterte Ver- und Entsorgungssituation zu höheren Gebühren/Preisen.

Zur Vermeidung derartiger Effekte leitet sich die (bereits bekannte) Forderung nach einer aufwandsbezogenen Gebührenermittlung ab. Das bestehende Recht steht jedoch momentan diesem Modell entgegen.

Etwas anders stellt sich die Situation in der Abwasserentsorgung dar, wenn das Abwasser in den neu entstehenden suburbanen Siedlungsflächen nicht primär mit zentralen, sondern mit dezentralen Systemen in Eigenverantwortlichkeit der Nutzer gereinigt und entsorgt wird. Der Investitionsbedarf wird unmittelbar durch die Nutzer getragen, eine Subventionierung auf Kosten angeschlossener Gebiete höherer Siedlungsdichte entfällt. Diese Alternative ist insbesondere in Gebieten geringer Siedlungsdichte, die nicht mehr im unmittelbaren siedlungsstrukturellen Zusammenhang mit dem nahe gelegenen zentralen Entsorgungsnetz stehen, anwendbar.

Diese Lösung ist jedoch nur umsetzbar, wenn weiterhin die Auslastung der zentralen Reinigungstechnik aus technischer Sicht und aus ökonomischer Sicht sichergestellt wird.

Daraus leitet sich die Notwendigkeit einer Einzelfallprüfung ab, d.h. eine grundsätzliche Strategie kann nicht bereitgestellt werden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass sich mit der Weiterentwicklung der dezentralen Abwasserreinigungstechnologien und der Kommerzialisierung effektiver und zuverlässiger Systeme (vgl. auch Kap. 3 und 4) das Gewicht zugunsten der dezentralen Abwasserentsorgung verschieben wird. Die Schwierigkeit besteht darin, mit entsprechender Weitsicht und daraus ausgerichteter Planung vor dem Gesamtkontext Abwasserentsorgung in einer Region ein Konzept zu entwickeln, welches im Wechselspiel zwischen zentralen und alternativen (dezentralen) Systemen über einen langen Zeitraum flexible Ansätze zur Anpassung an tatsächliche Entwicklungen ermöglicht.

Vielfach zeigt sich, dass die vertretenen Ansätze sich meist nur an kurz- bzw. mittelfristiger Funktion des Systems orientieren und den Hintergrund der tatsächlichen Lebensdauer der Systeme (bei Abwasserleitungen zum Teil weit über 100 Jahre) außer Acht lassen. Daraus leitet sich die Forderung ab, die Planung zentraler Systeme, insbesondere in der Abwasserentsorgung zukünftig nicht nur auf Prognosen zu stützen, sondern mit mehreren Szenarien zu überprüfen, um eine Flexibilisierung und eine höhere Anpassungsfähigkeit zu erreichen. Daraus aufbauend sollten seitens der Unternehmen die Maßgaben für die Forschung aktiver formuliert werden, um das Potenzial der hohen Lebensdauer zentraler Netze zu erschließen.

Die Nachteile suburbaner Regionen aus ökologischer Sicht in Bezug auf Flächenverbrauch, induziertem Verkehr etc. sind in der Literatur hinreichend dargelegt. In Bezug auf die technische Infrastruktur gelten diese Aussagen sinngemäß. Grundsätzlich kommt es zur Verringerung der Ressourceneinsatzeffizienz durch den Rückgang der Versorgungsdichte. Je gebrauchter Mengeneinheit Wasser steigt der erforderliche Bereitstellungs- und Entsorgungsaufwand zum Teil erheblich. Insofern ist die Suburbanisierung auch aus stadttechnischer Sicht nicht als nachhaltig einzustufen.

■ Wachstumsregion

Technisch gesehen stellt sich die Situation bei der Wachstumsregion ähnlich dar, wie bei der Zunahme der spezifischen Bedarfswerte. Hinzu kommt die Notwendigkeit der flächigen Erweiterung des Netzes. Soweit diese auf Basis des vorhandenen Netzes erfolgen

kann, sind (abgesehen von lokal zu berücksichtigenden Rahmenbedingungen) keine grundsätzlichen Probleme bei der Netzerweiterung aus technischer Sicht zu erwarten.

Reicht die Kapazität des vorhandenen Netzes bzw. der dazugehörigen Komponenten nicht aus, können Anpassungsmaßnahmen in Netzteilbereichen erforderlich werden. Alternativ ist der jeweilige Standort aufgrund zu hohen technischen Aufwandes und damit hoher Erschließungskosten nicht als Bauland auszuweisen. Diese Strategie wird jedoch nur bei geringen Bodenpreisen, d.h. einem hohen Anteil der Erschließungskosten am erzielbaren Verkaufspreis pro Quadratmeter Grundstück umsetzbar sein.

Ökonomisch gesehen ist die Netzerweiterung im Regelfall unproblematisch. Dem Investitionsbedarf stehen Einnahmen aus Baukostenzuschüssen und Anschlussbeiträgen sowie anteilig Mehreinnahmen aufgrund der erhöhten Nachfrage gegenüber. Zwar erfolgt die o.g. Subventionierung aus dichten Siedlungsstrukturen ebenfalls, dennoch sind die Auswirkungen aufgrund der Beibehaltung der Siedlungsdichte im Kernbereich weniger gravierend.

Ökologisch gesehen ist eine Wachstumsregion nur dann bedingt nachhaltig, wenn auf neuen Siedlungsflächen hohe Siedlungsdichten erreicht werden. Ist das nicht der Fall, gelten analog die Aussagen zur Suburbanisierungsregion.

Wachstum innerhalb besiedelter Flächen (Dichtenwachstum)

Die Zunahme der Siedlungsdichte ohne flächige Ausdehnung des Siedlungsgebietes ist aus technischer, ökonomischer und ökologischer Sicht die effizienteste Wachstumsform. Prinzipiell gelten aus technischer und ökonomischer Sicht die gleichen Aussagen wie beim Mengenwachstum. Für technische Systeme ist es unerheblich, ob Mehrverbräuche durch den Mehrbedarf eines Einzelnen oder durch mehr Verbraucher entstehen. Weiterhin erlaubt eine hohe Siedlungsdichte effiziente Erschließungssysteme, wie z.B. Sammelkanäle. Aufgrund der Skaleneffekte kommen die Vorteile zentraler Systeme voll zum Tragen.

Daraus leitet sich die Forderung ab, sich im Rahmen des Wohnungsneubaus auf den Erhalt städtischer Kernbereiche und die Verdichtung in zentralen Bereichen zu konzentrieren. Die Verringerung der Eigenheimzulage und die Gleichsetzung von Neubau und Bestandsmaßnahmen sind ein erster Schritt in die richtige Richtung. Auf Landesebene und vor allem auf kommunaler Ebene sind hier weitere Schritte umzusetzen.

Auf kommunaler Ebene ist insbesondere die Politik der Baulandausweisung auf der „Grünen Wiese“ neu zu überdenken. Diesem Vorgehen liegt in erster Linie die Auffassung der kommunalen politischen Ebene zugrunde, dass ein mehr an Bevölkerung gleichzeitig ein mehr an Wohlstand bzw. finanziellen Mittel für die Kommune (höheres Steueraufkommen) bedeutet. Untersuchungen an der TU Hamburg-Harburg zeigen jedoch, dass diese Effekte nur greifen, wenn der Bevölkerungsgewinn durch Verdichtung ohne Flächenzuwachs erreicht wird (Gutsche 2003). Die Ansiedlungspolitik auf der Grünen Wiese hingegen ist Kosten- (und Gewinn-)neutral.

Angesichts dieser Tatsachen ist es zwingend erforderlich, die genannten Erkenntnisse kommunalen Entscheidungsträgern zugänglich zu machen. Weiterhin ist der Flächenverbrauch insbesondere im Umfeld größerer Ballungszentren durch geeignete politische Maßnahmen einzudämmen. Die bislang durch Siedlungsstrukturen in Deutschland beanspruchte Fläche reicht zukünftig unter den derzeit absehbaren demografischen Entwick-

lungsprozessen aus. Dementsprechend sind Verdichtungsmaßnahmen vor Siedlungserweiterungen zu fördern. Siedlungserweiterungen sind durch geeignete politische Maßnahmen (unter Beachtung der kommunalen Selbstverwaltung) zu verteuern. Die derart, durch ökologische Überlegungen gesteuerte Politik wird langfristig auch ökonomisch, im Gegensatz zum zunehmenden Flächenverbrauch, deutliche Vorteile haben.

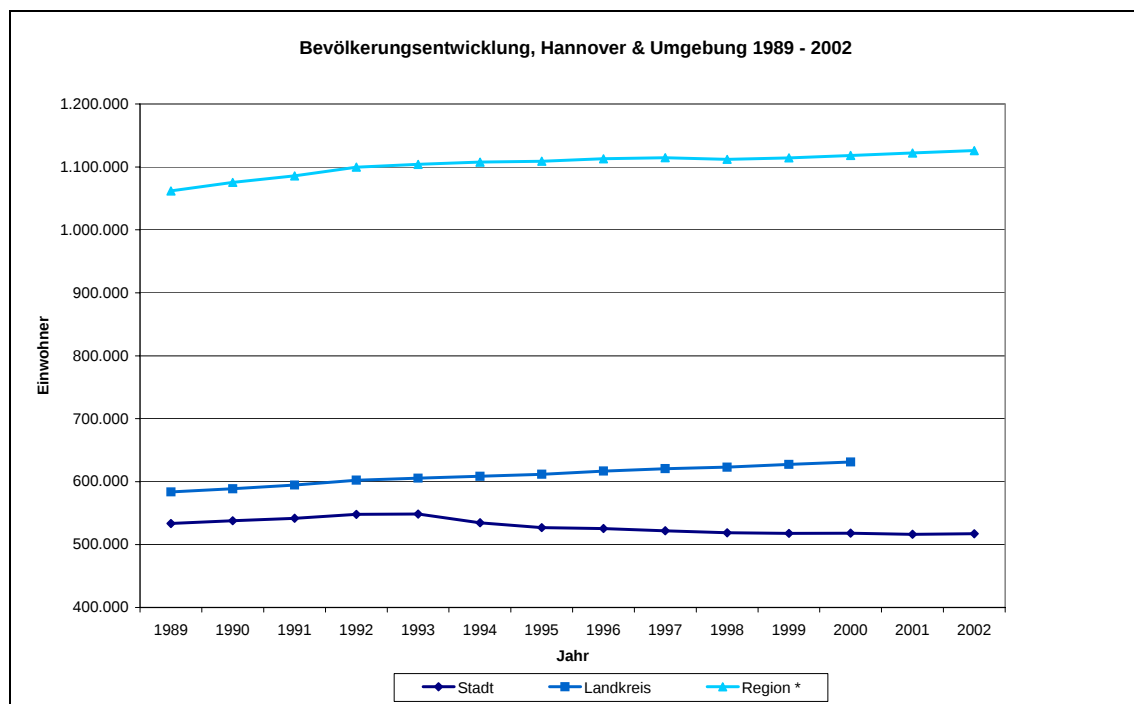
Fallbeispiele

Die Region Hannover

Die Region Hannover wurde im Jahr 2001 aus der Landeshauptstadt Hannover und dem Landkreis Hannover mit dem Ziel der langfristigen organisatorischen Zusammenführung der Verwaltungseinheiten gegründet.

Die Bevölkerung in der Region Hannover hat seit 1989 um sechs Prozent zugenommen. Diese Zunahme ist in erster Linie auf einen Zuwachs von acht Prozent im Landkreis zurückzuführen. In der gleichen Zeit sank die Bevölkerung in der Stadt Hannover um drei Prozent (vgl. Abb. 6).

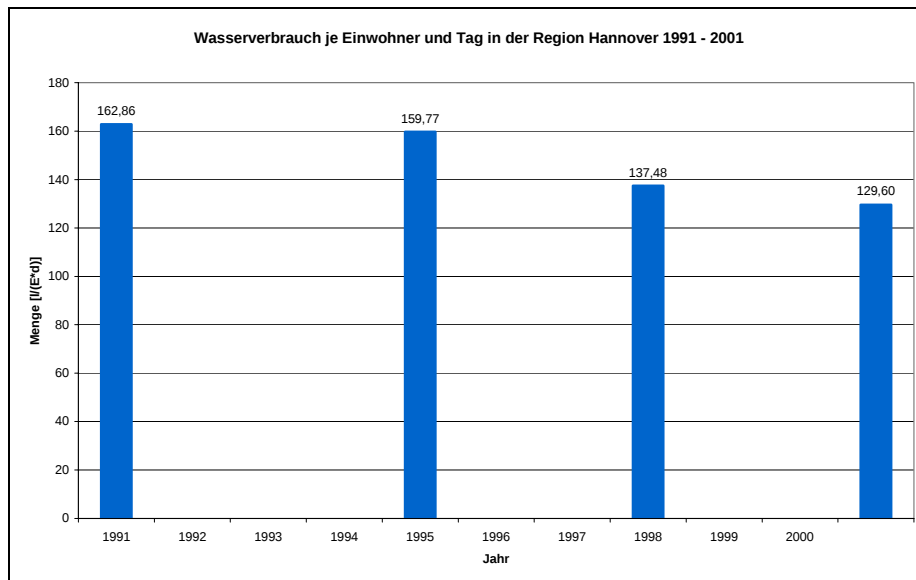
Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung in der Region Hannover*



*Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistischen Jahrbüchern der Stadt Hannover, 1989-2002.

Der spezifische Wasserbedarf der Bevölkerung ist im Zeitraum von 1992-2001 um 20 Prozent gesunken.

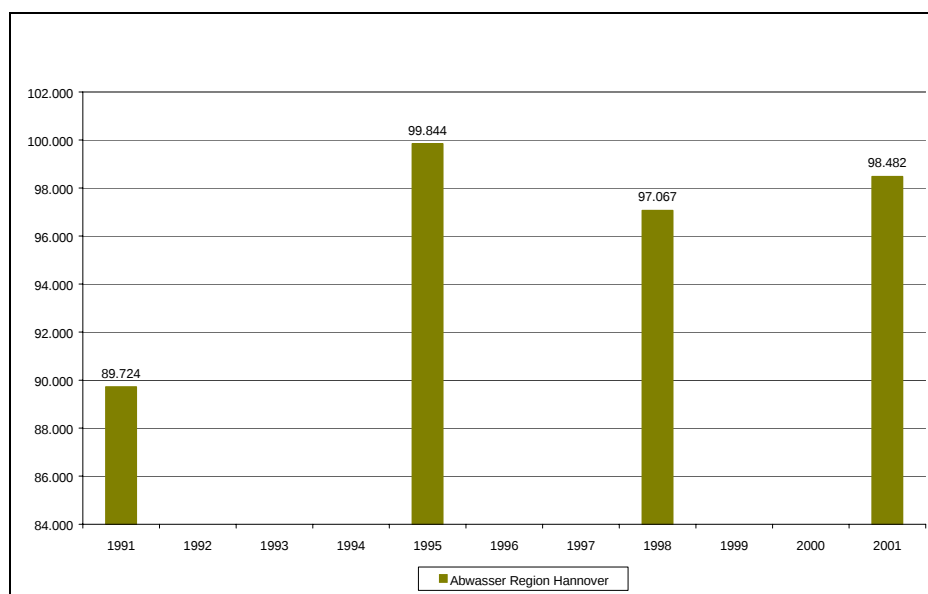
Abbildung 7: Wasserverbrauch je Einwohner und Tag in der Region Hannover 1991-2001*



*Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistischen Jahrbüchern der Stadt Hannover, 1991-2001.

Zeitgleich hat sich der Abwasseranfall in der Region um rund zehn Prozent erhöht, wobei die Hauptzuwachsrate in den Jahren 1991-1995 erreicht wurde. Hauptsächlich zurückzuführen ist die Zunahme auf eine Erweiterung des Abwassernetzes in der Fläche um rund 15 Prozent, das entspricht einem Zuwachs von fast 1.000 Kilometer Leitungsnetz (!). Mit dieser Strategie konnte der Anschlussgrad an das zentrale System konstant auf dem hohen Niveau von rund 99,5 Prozent gehalten werden.

Abbildung 8: Behandelte Abwassermengen Region Hannover 1991-2001*



*Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistischen Jahrbüchern der Stadt Hannover, 1991-2001.

Wertet man die zur Verfügung stehenden statistischen Zahlen vor dem Hintergrund der Zuwachsraten in Bezug auf Bevölkerung und Netzausdehnung aus, zeigt sich die Problematik des Flächenwachstums drastisch.

Im Jahr 1995 betrug die durchschnittliche Leitungslänge pro Kopf in der Region rund 6,2 Meter, im Jahr 2001 bereits 6,7 Meter. Bezogen auf den Bevölkerungszuwachs zwischen 1995 und 2001 wurden für die zugezogenen 11.800 Einwohner eine Leitungslänge von 624 Kilometer neu errichtet, das entspricht mehr als 52 Meter Leitung pro Kopf. Zum Vergleich: Im Land Brandenburg, das sich durch dünn besiedelte Strukturen auszeichnet, beträgt die durchschnittliche Kanallänge pro Einwohner nur ca. 8 Meter. Zwar sind diese Zuwachsraten teilweise auch auf den Ersatz vorhandener Mischwasserleitungen im Bestand und den konsequenten Ausbau der Trennkanalisation zurückzuführen, die Größenordnung zeigt jedoch den erheblichen Entsorgungsaufwand für suburbane Gebiete.

Trotz des Zuwachses der Gesamtregion ist die Region Hannover als typische Suburbanisierungsregion einzustufen. Überlagert wird diese Wachstumsausprägung durch den Rückgang des spezifischen Bedarfswertes Wasser und einer in der Summe positiven Bevölkerungsbilanz.

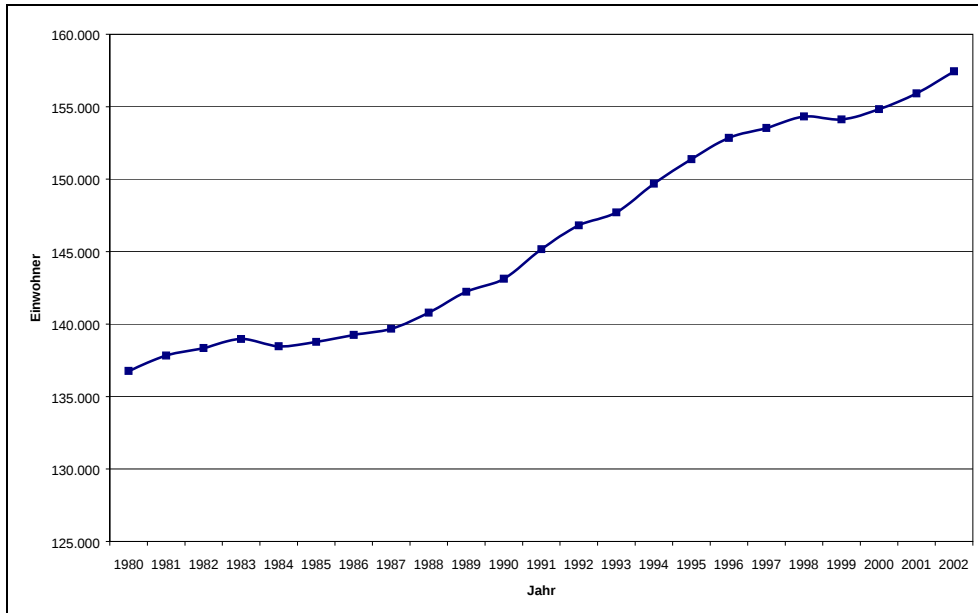
Die Politik der Netzerweiterung ist vor diesem Hintergrund zwingend neu zu überdenken. Basis dieser Bemühungen sollte eine restriktive Baulandausweisung sein, die in erster Linie auf Verdichtung und damit auf bereits vorhandenen Erschließungsnetzen beruht.

Spätestens mit der nächsten Investitionsperiode, in der die Leitungen und Komponenten zu ersetzen sind, werden die ökonomischen Konsequenzen deutlich. Vor dem Hintergrund des Anlagenersatzes ist langfristig die heutige Anpassung bestehender Systeme kostengünstiger als die Netzerweiterung.

Fallbeispiel Stadt Oldenburg

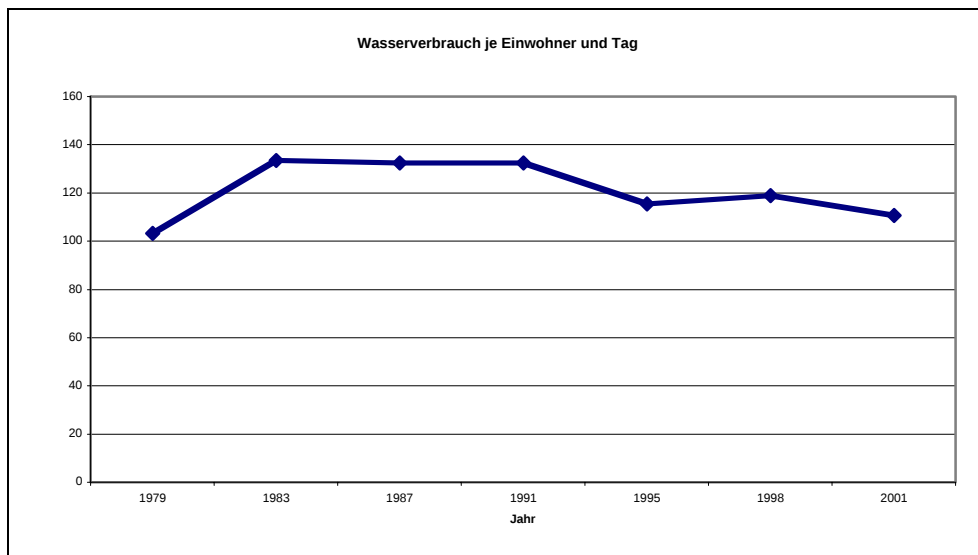
Die Bevölkerung von Oldenburg hat von 1980 bis 2002 trotz eines negativen Saldos der Umlandwanderungen um rund 15 Prozent zugenommen. In dieser Zeit steigt im Stadtgebiet die Zahl der Wohnungen deutlich stärker als die Zahl der Wohngebäude. Das ist ein deutliches Zeichen dafür, dass die Bautätigkeit nicht ausschließlich auf die Erweiterung von Einfamilienhausgebieten, sondern auch auf die Errichtung von Mehrfamilienhäusern zurückzuführen ist.

Abbildung 9: Bevölkerungsentwicklung Oldenburg 1980-2001*



*Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistischen Jahrbüchern der Stadt Oldenburg, 1980-2001.

Abbildung 10: Spezifischer Wasserbedarf Oldenburg je Einwohner und Tag 1979-2001*

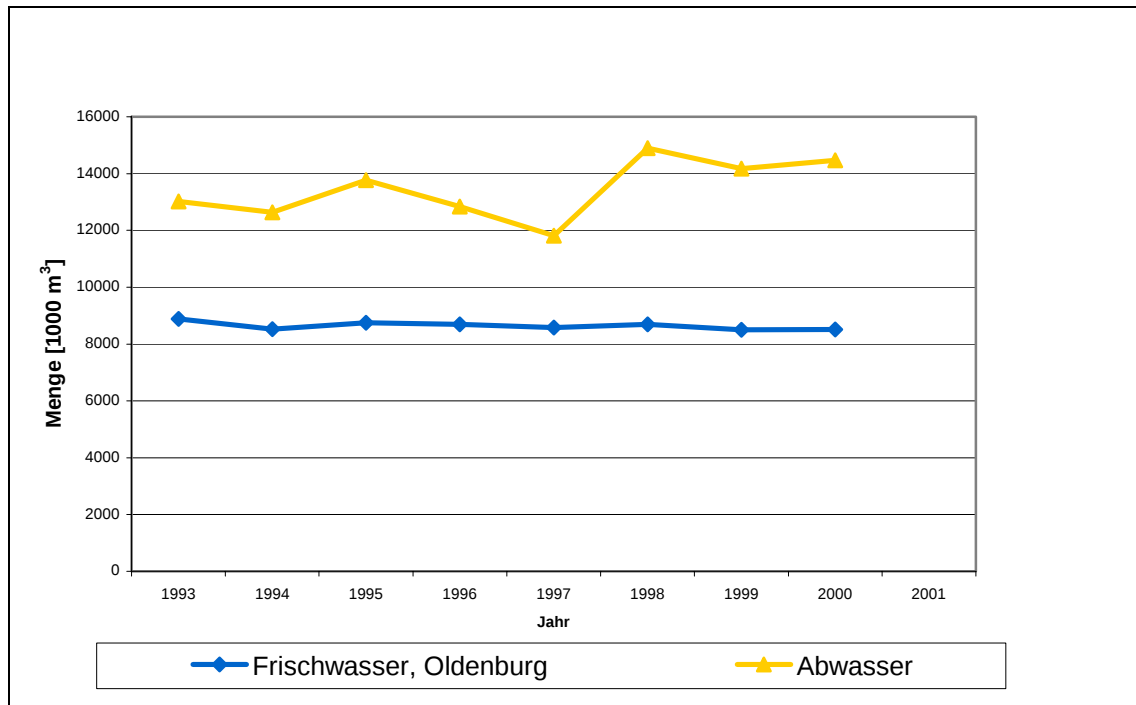


*Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistischen Jahrbüchern der Stadt Oldenburg, 1979 – 2001

Der spezifische Wasserbedarf hat seit 1983 leicht abgenommen und liegt bei etwa 110 Liter/EW und Tag auf niedrigem Niveau, das Abwasseraufkommen hat sich im gleichen Zeitraum um elf Prozent erhöht.

Dieser Zuwachs ist in erster Linie auf einen weiteren Ausbau des Leitungssystems zurückzuführen. Die Länge der Schmutzwasserkanalisation stieg in Oldenburg von 1993 bis 2002 um 25 Prozent.

Abbildung 11: Frischwasser und Abwasser, Oldenburg 1993-2001*



*Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistischen Jahrbüchern der Stadt Oldenburg, 1993-2001.

Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Bevölkerungswachstum und Erhöhung des Abwasseraufkommens in Oldenburg kann daraus jedoch nicht gefolgert werden, weil der Anschlussgrad an die öffentliche, zentrale Kanalisation über den Betrachtungszeitraum gestiegen ist. Ebenso lassen sich Schlussfolgerungen zum Leitungsaufwand pro Kopf aus dem zur Verfügung stehenden Statistiken nicht ziehen.

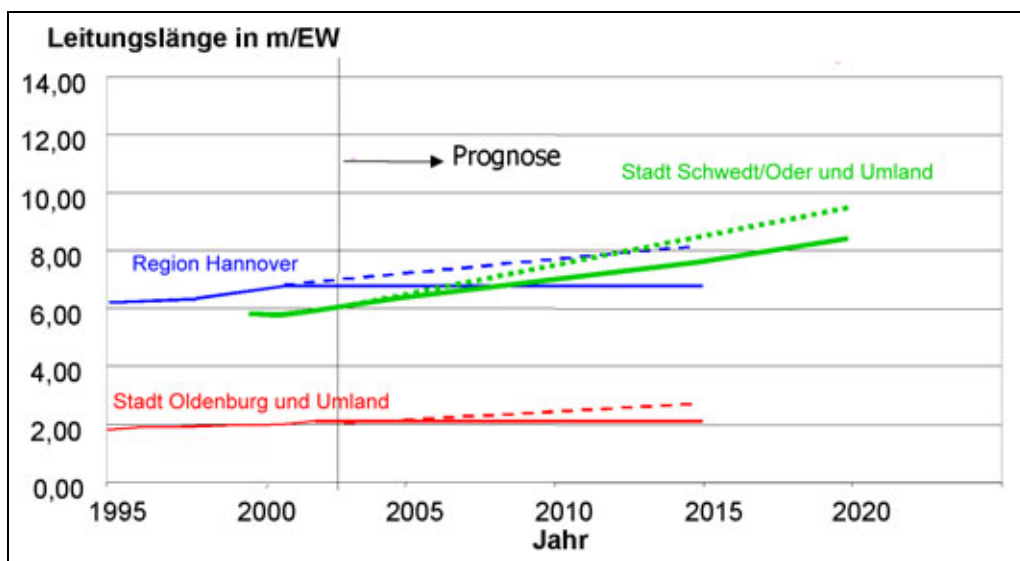
Unabhängig davon kann Oldenburg grundsätzlich als eine Wachstumsregion mit Suburbanisierungstendenzen bezeichnet werden. Damit einher geht eine Erweiterung der Netzstrukturen in der Wasserver- und Abwasserentsorgung. Bislang hat der leichte Rückgang der spezifischen Bedarfsmengen die Zunahme aufgrund des Bevölkerungszuwachses weitgehend kompensiert. Ein weiterer Rückgang der spezifischen Mengen ist nicht zu erwarten, sodass bei Beibehaltung des Wachstumstrends eine höhere Auslastung der Infrastrukturnetze zu erwarten ist. Diese Erhöhung ist technisch, ökonomisch und ökologisch positiv zu bewerten. Dadurch wird eine Effektivierung des Ressourceneinsatzes gefördert. Dem entgegen steht die Erweiterung der zentralen Abwassernetze. Hierfür sind vor dem Hintergrund dezentraler alternativer Technologien, insbesondere in Siedlungsstrukturen geringer Siedlungsdichte, Alternativen zum Anschluss an zentrale Netze zu prüfen.

Vergleich der Fallbeispiele

Interessant ist für die zukünftige Entwicklung, dass die Zersiedelung, die Leerstandsentwicklung und die Verminderung der Belegungsdichte einhergehen mit einer deutlichen und vor allem nachträglichen Erhöhung der spezifischen Leitungslängen pro Einwohner, d.h. des gebundenen Anlagenkapitals pro Einwohner. Damit verringert sich die Kostenef-

fizienz vorhandener zentraler Systeme, wie die vergleichende Prognose für die Entwicklung der spezifischen Leitungslänge an Schmutzwasserkanälen am Beispiel der schrumpfenden Stadt Schwedt/Oder (vgl. Kap. 2.4.2.2) im Vergleich zu den weniger schrumpfenden Regionen Hannover und Oldenburg zeigt. Die früher in allen Ballungsräumen gültige Formel der ökonomischen Überlegenheit dieser Systeme ist vor diesem Hintergrund zu relativieren.

Abbildung 12: Entwicklung spezifische Leitungslängen in Abhängigkeit von der Bevölkerungsentwicklung und der Suburbanisierung (jeweils obere gestrichelte Kurve: fortschreitende Suburbanisierung; jeweils untere Kurve: deutlich reduzierte Suburbanisierung)*



*Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Folge ist eine Verschlechterung der ökonomischen Effizienz, letztlich auch der Standortbedingungen schrumpfender Städte gegenüber weniger schrumpfenden, stabilen bzw. wachsenden Städten. Das Leitbild der „Europäischen Stadt“ als einer dichten Stadt kann deshalb ein geeignetes Leitmotiv für den notwendigen Stadtumbau sein. Die „dichte Stadt“ gleich die „kostengünstige Stadt“ muss sich am Verbleib kompakter Strukturen orientieren, Umbau bzw. Rückbau also von den Rändern her – vor allem dann, wenn ein Ende des Schrumpfungsprozesses nicht in Sicht ist!

Dort wo dies nicht möglich erscheint, kann auch eine „Verinselung¹⁷“ von in sich kompakten Siedlungseinheiten angestrebt werden, die ggf. mit einer Dezentralisierung der technischen Infrastruktur eingehen kann.

Infrastruktur in Schrumpfungsprozessen

Das Phänomen von Schrumpfungsprozessen auf den verschiedensten Ebenen stellt nicht nur Wohnungsunternehmen, Stadtplaner und Politiker vor vielschichtige Probleme. Auch

17 Das heißt, ein Rückzug auf Quartierskerne im Sinne einer angestrebten Verdichtung partieller Flächen.

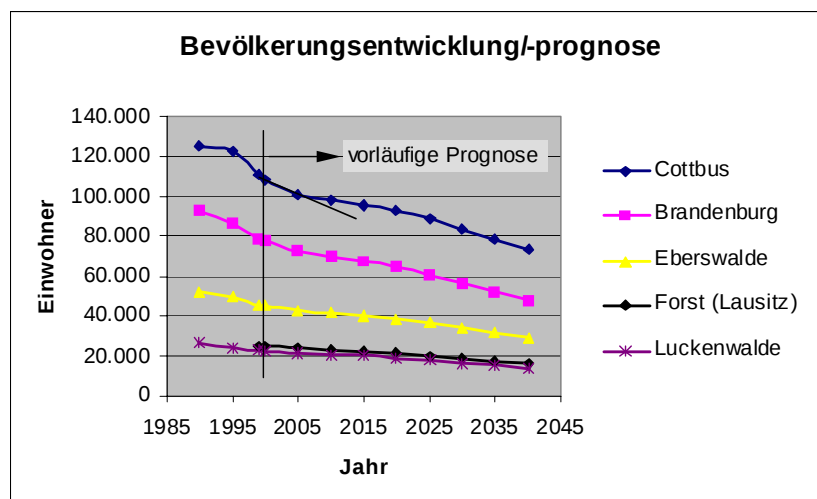
Betreiber von stadttechnischen Infrastruktursystemen stehen vor einer völlig neuen Situation – objektiv und subjektiv. Der Umgang mit einem sinkenden Verbrauch, einer geringeren Kunden- oder Mieteranzahl, wird nicht nur als negative Entwicklung empfunden, sondern es schafft auch völlig neue Randbedingungen für die Planung und den Betrieb von langlebigen Infrastrukturen.

Schrumpfungsprozesse spielen sich dabei für die Versorgungswirtschaft auf mehreren unterschiedlichen Ebenen ab, sinkender Verbrauch und ggf. zukünftig verkleinerte Versorgungsgebiete sind die auffälligsten Merkmale. Folgende Faktoren und Ursachen bestimmen die Entwicklung:

- Sinkender spezifischer Verbrauch an Wasser und Wärme und ggf. auch von Strom durch Veränderungen im Verbrauchsverhalten oder Verbesserungen des technischen Standards von Anlagen oder Regelmechanismen,
- Minderverbrauch infolge von kleinräumigen Wanderungsbewegungen (Entdichtung von Versorgungsgebieten bei gleichzeitigem flächenmäßigen Zuwachs versorgter Gebiete).
- Sinkender Verbrauch infolge von großräumigen Wanderungsbewegungen (Abwanderung bei gleichzeitiger Entdichtung von Versorgungsgebieten),
- Verbrauchsreduzierung aus demographischer Entwicklung (Einwohnerrückgang),
- Verbrauchsrückgang durch Rückgang von gewerblicher und industrieller Nachfrage an netzgebundener Infrastruktur,
- Netzverkleinerung aufgrund des Abrisses von Gebäuden.

Die Wirksamkeit dieser Faktoren scheint in schrumpfenden Stadtstrukturen aufgrund des negativen Trends in der demographischen Entwicklung auf lange Zeit vorbestimmt.

Abbildung 13: Bevölkerungsentwicklung ausgewählter brandenburgischer Städte*

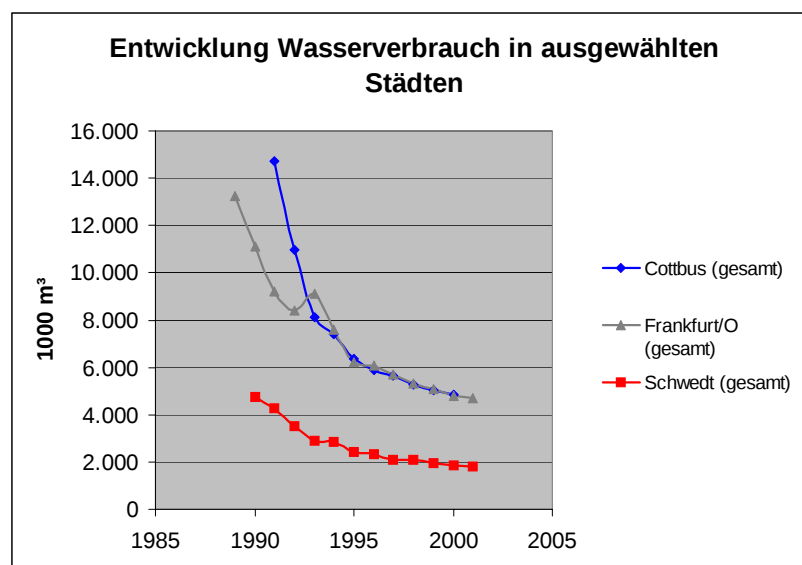


*Quelle: vorläufige Prognose des Landesumweltamtes Brandenburg bis zum Jahr 2040, Stand Ende 2001

Nur eine massive Zuwanderung oder ein erheblich verändertes generatives Verhalten, d.h. eine signifikante Erhöhung der Fertilitätsrate, kann diesen Trend in Frage stellen. Hieraus leiten sich gravierende stadtstrukturelle Veränderungsprozesse ab, die langfristig wirksam sein werden. Als Reaktion auf diese Entwicklungen sind die Bemühungen zum Stadtumbau zu sehen, der vordergründig auf der Grundlage wohnungswirtschaftlicher Aspekte in Gang gesetzt wurde und in den einzelnen Kommunen mit unterschiedlicher räumlicher und programmatischer Zielstellung und somit auch mit unterschiedlichen Konsequenzen für die leitungsgebundene Infrastruktur bzw. Stadttechnik umgesetzt wird.

Der Schrumpfungs- bzw. Stadtumbauprozess trifft insbesondere in den neuen Bundesländern auf problematische Ausgangsbedingungen für die Versorgungswirtschaft. Aufgrund des rückläufigen spezifischen Trinkwasserverbrauches seit der Wende 1990 und dem parallel dazu verlaufenden Bevölkerungsrückgang kann in vielen Netzen der technischen Infrastruktur schon heute von einer erheblichen Unterauslastung mit gravierenden Folgen für die zukünftige Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit ausgegangen werden. Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Zusammenhang.

Abbildung 14: Entwicklung des Wasserverbrauches in ausgewählten Städten*



*Quelle: Eigene Berechnungen nach ZOWA 2003, Statistische Berichte Stadt Cottbus, FWA Frankfurt 2002.

Der Rückgang des spezifischen Trinkwasserverbrauches und Abwasseranfalles der Haushalte beträgt seit 1990 infolge von Preis- und Gebührenanhebungen sowie sanierter Haustechnik ca. 25 bis 30 Prozent. Das bedeutet, dass die Netzauslastung in Wohngebieten z.B. bei einem Wohnungsleerstand von 30 Prozent und einer verminderten Wohnungsbelegung von –30 Prozent schon ohne Berücksichtigung des rückläufigen spezifischen Wasserverbrauches pro Einwohner um mehr als 50 Prozent, mit Berücksichtigung um rund 70 Prozent vermindert wird. Hinzu kommt vielerorts, wie sich vor allem am Beispiel verschiedener ostdeutscher Städte zeigt, ein erheblicher Rückgang des gewerblichen und industriellen Wasserverbrauches.

Qualitative Auswirkungen der Schrumpfung auf die Systeme und Netze

Die Auslastung von Netzen steht grundsätzlich in engem Zusammenhang mit deren Funktionsfähigkeit sowie ökonomischen Tragfähigkeit. War es in der Vergangenheit, eigentlich seit Entstehen der Netzinfrastruktur, in der Regel die Frage, welche Lösungsmöglichkeiten es gibt, um die Überlastung von Netzen durch Ausbau zu beseitigen oder durch eine geeignete Betriebsweise zu beheben, so stellt sich heute die umgekehrte Frage nach den Wirkungen und Lösungsmöglichkeiten bei unterausgelasteten Netzen. Dabei hat die Dimension der Unterauslastung in einigen Versorgungsbereichen von Kommunen Dimensionen erreicht, in der die Auswirkungen bereits praktisch nachgewiesen werden können.

Generell lassen sich die resultierenden Probleme für die Funktionsfähigkeit der netzgebundenen technischen Infrastruktur für die einzelnen Medien wie folgt zusammenfassen:

Abwasser

- Geringere Abflussmengen führen zu Ablagerungen in überdimensionierten Leitungen, besonders in Rohrstrecken mit geringem Gefälle (häufiges Spülen von Leitungen erforderlich).
- Anaerobe Umsetzungsprozesse infolge von Ablagerungen und langen Aufenthaltszeiten erzeugen Geruchsprobleme (z.B. an Dükern, Sammelbehältern, Pumpstationen, Übergabepunkten von Druckrohrleitungen in Freispiegleitungen etc.).
- Abbauprozesse infolge von Ablagerungen fördern die Korrosion von Rohrmaterialien (z.B. Sammelbehälter von Pumpstationen, Schächte).
- Abnehmende Schmutzwassermengen vermindern die Leistungsfähigkeit bestehender, zunehmend überdimensionierter Kläranlagen und beeinträchtigen die Betriebsführung durch auftretende Schmutzstöße nach Regenereignissen und ggf. steigende Anteile an Fremdwasser.

Trinkwasser

- Größere Verweilzeit des Wassers im Netz durch Leerstand, temporär geringere Abnahme in Sommermonaten (Schulen etc.) insbesondere im Fall der Löschwasserversorgung über die öffentliche Trinkwasserversorgung, d.h. großen Rohrdurchmessern, erhöhen die Gefahr der Wiederverkeimung.

Die zentralen und komplexen Infrastrukturen sind dezentralen Lösungen in der Regel in Bezug auf Effizienz, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit überlegen. Wichtigste Voraussetzung für diesen Vorteil zentraler Infrastruktursysteme ist jedoch eine erforderliche Mindestauslastung. Durch die zu beobachtende Entwicklung von Wohnungsleerständen, insbesondere in verdichteten Siedlungsstrukturen von Städten wird diese Mindestauslastung zum Teil schon heute, auf jeden Fall in der Prognose der weiteren Entwicklung in Frage gestellt.

Betriebstechnische und ökonomische Konsequenzen zeigen sich bereits vereinzelt in Form von erforderlichen Umschlüssen von Wasserleitungen und Überkapazitäten in Wasser- und Abwasserentsorgungsanlagen aufgrund eines erheblich geringeren Bedarfes an Wasser und damit entsprechend eines gesunkenen Abwasseranfalls. Der zu verzeich-

nende Bedarfsrückgang wird dabei einerseits durch die o.g. erheblich reduzierten spezifischen Bedarfswerte infolge von Verhaltensänderungen, Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebereich und effizienterer Technologie hervorgerufen, andererseits durch die vielerorts signifikante Leerstandsproblematik. Dabei ist es für die Systeme der Stadttechnik (fast) unerheblich, ob ein leer stehendes Gebäude noch vorhanden, bereits abgerissen ist oder modernisiert vergeblich auf neue Mieter wartet.

Grundsätzlich ist durch zunehmende Leerstände oder Rückbauten mit komplexen Folgewirkungen auf die folgenden Parameter zu rechnen:

- Funktionsfähigkeit von Netzen der Stadttechnik,
- Folgekosten durch Leerstand, Systemanpassungen und Rückbau,
- Entwicklung von Gebühren und Preisen,
- Auswirkungen auf Versorgungsunternehmen und kommunale Haushalte.

In der weiteren Betrachtung werden die Konsequenzen auf die leitungsgebundenen, zentralen Medien der Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung aufgezeigt. Von elementarem Interesse sind dabei auch Folgekosten, die sich aus den Problemkreisen der Funktionsfähigkeit der stadttechnischen Netze ergeben. Je nach Strategie des Stadtumbaus bzw. -rückbaus sind unterschiedlich hohe Folgekosten zu erwarten. Diese setzen sich aus erhöhten Wartungs- und Betriebskosten, Anpassungsinvestitionen, Netzzückbaukosten und Wertberichtigungen (vorzeitige Abschreibungen) zusammen und führen in der Regel aufgrund des Prinzips der Kostendeckung zur Erhöhung der Umlage von Fixkosten auf die Gebühren und Verbraucherpreise.

Quantitative Auswirkungen für die Funktionsfähigkeit der Netze – Kritische Schwellenwerte für die Auslastung

Leerstand, Abriss bzw. Rückbau haben für die einzelnen Medien und Netzkonstellationen der leitungsgebundenen Ver- und Entsorgung unterschiedliche funktionale Bedeutung. Anhand von relevanten Kriterien, Orientierungswerten und methodischen Hinweisen zu einer geeigneten Erhebungsmethodik, werden für relevante stadttechnische Versorgungsbereiche die Wirkungen von Stadtumbauprozessen beschrieben. Effekte, die nicht stadtumbaubedingt sind, fließen dabei in die gesamtheitlichen Betrachtungen mit ein und werden, soweit möglich, quantifiziert.

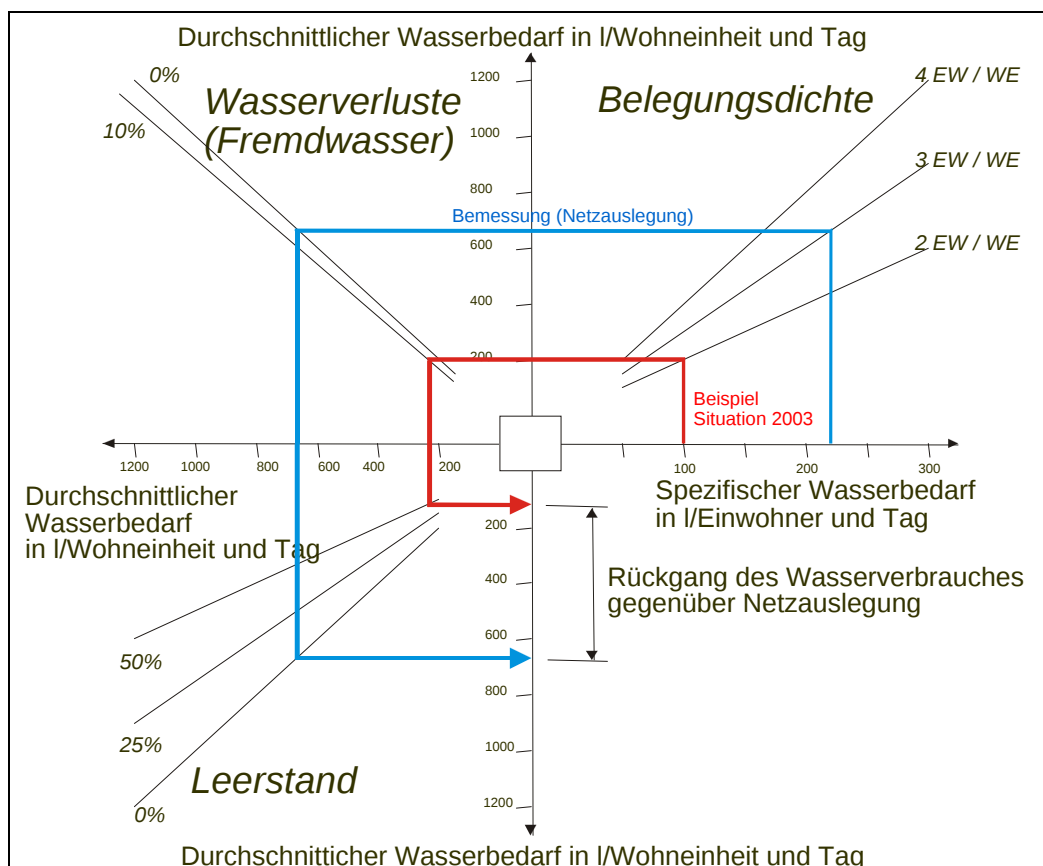
Wasserversorgung

Stark verringerte Durchflussmengen kann die subjektive Qualität der Wasserversorgung erheblich in Frage stellen. Besonders gravierend wirken sich erhöhte Wohnungsleerstände in Bereichen aus, in denen die Löschwasserversorgung über das Trinkwassernetz sichergestellt wird. Aufgrund der damit verbundenen großen Rohrleitungsdurchmesser (großes Rohrleitungsvolumen) ergeben sich sehr niedrige Fließgeschwindigkeiten. Die Folgen sind Stagnationszonen, Sedimentationsbereiche (Ausfällungen) sowie lange Aufenthaltszeiten des Trinkwassers. Deshalb ist eine erhöhte analytische Überwachung in den Trinkwassernetzen notwendig. Zur Verhinderung von Qualitätsbeeinträchtigungen und der Gefahr der Wiederverkeimung werden häufig vorbeugende Rohrnetzspülungen und auch zeitweilige Trinkwasserdesinfektionen durchgeführt. Neuere Untersuchungen ergaben, dass eine weitaus geringere Gefahr der Wiederverkeimung als bislang angenommen besteht und durch die präventiv vorgenommenen Sicherheitschlorungen sogar

kontraproduktive Wirkungen in Bezug auf die Wiederverkeimungsgefahr eintreten. Problematisch hingegen ist bei bestimmten Materialien die Korrosion der Leitungen. Geschmackliche Einbußen sind jedoch in jedem Fall bei langen Standzeiten zu erwarten.

Ein direkter Vergleich der Bedarfssituationen zum Zeitpunkt der Planung und ursprünglichen Bemessung des Trinkwasser-Systems sowie zu dem der exemplarischen Auslastung im Jahr 2003 – wie in Abbildung 15 dargestellt – macht Folgendes deutlich: Der Rückgang des Wasserbedarfes der privaten Haushalte (Verbrauchsichte) ist in erster Linie auf die Reduzierung der durchschnittlichen Belegungsichte von drei auf unter zwei Personen pro WE und auf den Rückgang des spezifischen Wasserverbrauches von 200 bis 220 l/Einwohner pro Tag (Bemessungswert) auf rund 100 l/Einwohner pro Tag zurückzuführen.

Abbildung 15: Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf*



*Quelle: Eigene Berechnungen.

Allein durch diese beiden Faktoren reduziert sich der Wasserbedarf bzw. Abwasseranfall gegenüber dem Bemessungswert um bis zu 70 Prozent. Die dadurch möglichen Wiederverkeimungseffekte in Trinkwasserleitungen sind erheblich von der Temperatur abhängig. Besonders hoch ist die Wiederverkeimungsgefahr in neu verlegten, nicht durchströmten Netzen (z.B. neu erschlossenes, ungenutztes Gewerbegebiet) und in Leitungsbereichen mit höheren Umgebungstemperaturen (z.B. Kellertrassen), wenngleich ein pauschaler

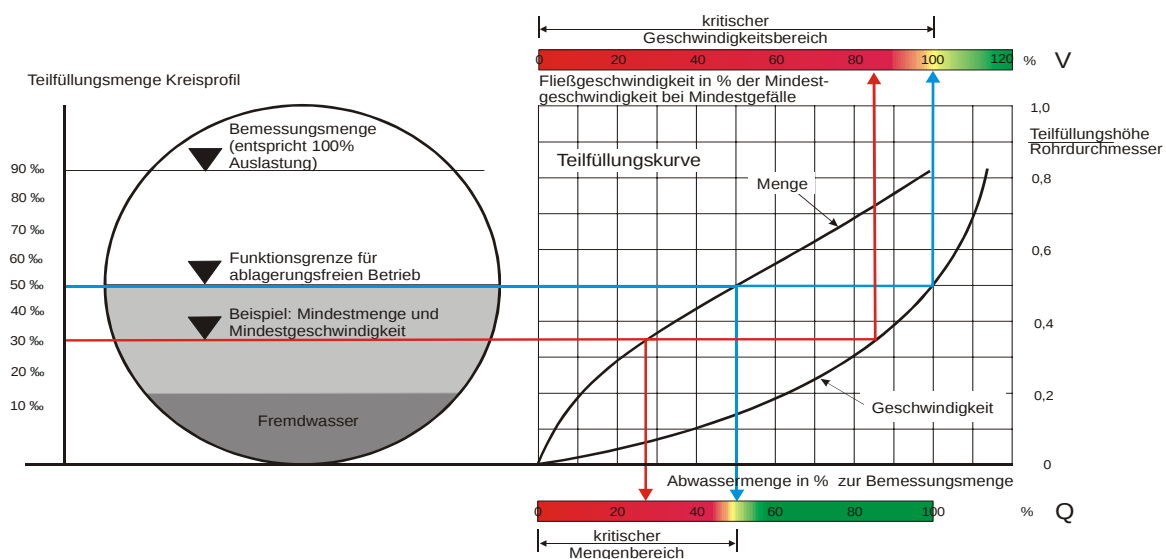
Zusammenhang zwischen Leerstand/Gebäudeabriss und der Veränderung der Trinkwasserqualität nicht gegeben werden kann.

Auswirkungen sind ebenfalls auf zentrale Netzkomponenten zu erwarten. Insbesondere in den neuen Bundesländern, wo der Schrumpfungsprozess sich vor allem auf die letzten 15 Jahre konzentriert hat, sind bereits Brunnenanlagen und Wasserwerke aus (Über-)Kapazitätsgründen stillgelegt worden.

Abwasserentsorgung

Parallel zum Rückgang des Trinkwasserverbrauchs sinkt auch der Abwasseranfall. Je nach System (Trennsystem, Mischsystem) kann das stark rückläufige Abwasseraufkommen zu einer Unterschreitung erforderlicher Mindestfließgeschwindigkeiten führen. Dadurch kommt es zu Ablagerungen und in der Folge zu häufig anaeroben Abbauprozessen und zum Entstehen saurer Abwässer.

Abbildung 16: Grenzen für den ablagerungsfreien Betrieb von Abwasserkanälen – Kreisprofil, Mindestgefälle*



*Quelle: Eigene Berechnungen.

Deutlich erkennbar wird der Grenzwert für den ablagerungsfreien Betrieb, der bei Unterschreiten der Mindestmenge bzw. der Mindestgeschwindigkeit erreicht ist. Vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass ein disperser Leerstand oder Rückbau von mehr als 50 Prozent bei Verlegung von Abwasserleitungen im Mindestgefälle (in der Regel der Fall bei Siedlungsbereichen ohne erhebliche Höhenunterschiede) zur Unterschreitung der notwendigen Fließgeschwindigkeit führt. Dieser Faustwert berücksichtigt die erheblichen Veränderungen des spezifischen Wasserverbrauchs nach 1989 und einen Anteil von ca. zehn Prozent Fremdwasser. Teilweise erfolgte die Verlegung der Abwasserleitungen aufgrund der mangelnden Ausführungsqualität unterhalb des Mindestgefälles. In diesen Bereichen wirkt sich der Rückgang der Verbrauchswerte noch stärker aus. Besondere

standortspezifische Bedingungen (z.B. Gebirge) bleiben von dieser Aussage ausgenommen.

Die Unterschreitung der Mindestfließgeschwindigkeiten führt zu Ablagerungen sowie bei Fließzeiten größer zehn Stunden und niedrigem Sauerstoffgehalt zur Bildung von H₂S, HS⁻, S₂⁻. Bei einsetzender Desulfurikation¹⁸ entsteht unter anderem Schwefelwasserstoff und in Anwesenheit von kondensierendem Wasserdampf an kalten Stellen im Abwasserkanal biogene Schwefelsäure.

Neben den dargestellten Auswirkungen infolge der Unterschreitung der Mindestfließgeschwindigkeiten in den Freispiegelkanälen ergeben sich auch Konsequenzen in Überleitungssystemen, d.h. bei Abwasserpumpwerken mit Druckleitungen. Unterauslastungen führen insbesondere in längeren Abwasserdruckleitungen zu großen Aufenthaltszeiten, die Fäulnisprozesse verursachen und in der Folge am Druckleitungsauslauf zu Entgasungserscheinungen mit Geruchs- und Korrosionsproblemen führen. Die Minimierung dieser Auswirkungen erfordert entsprechende technische Gegenmaßnahmen und damit weitere Folgekosten.

Es kann also unterstellt werden, dass die Konsequenzen für die Funktionsfähigkeit der Abwassernetze bereits bei heutigen Leerständen in einzelnen Stadtvierteln relevant sind und erkennbar werden. Erste Erfahrungen im Rahmen eigener Erhebungen bestätigen dies.

Die Wirkung kann bei weiter sinkender Einwohnerzahl und wachsenden Leerständen zukünftig auch weit über das betrachtete Wohngebiet mit hohem Leerstand hinausgehen, wenn z.B. Abwasser in Richtung Kläranlage durch sich anschließende Systeme mit meist großen Durchmessern in älteren Netzabschnitten geleitet wird.

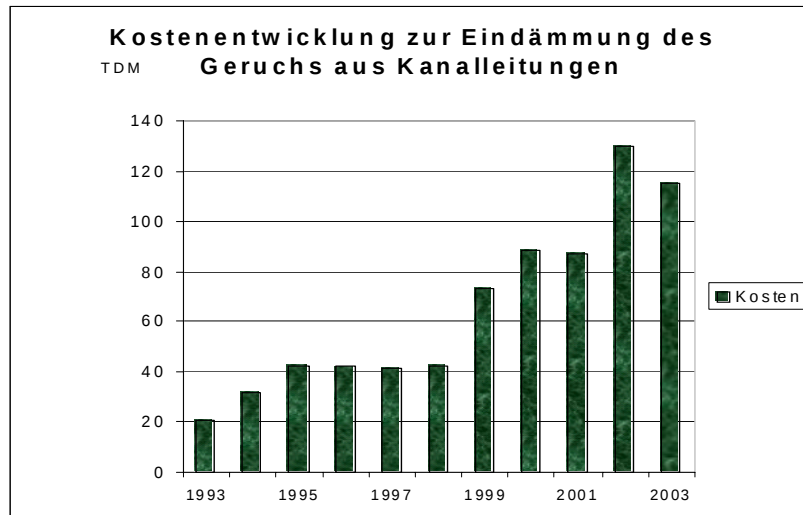
Als Folge ist damit zu rechnen, dass mittelfristig Teile der Abwassernetze zum Erhalt der Funktionsfähigkeit umgebaut, angepasst oder ersetzt werden müssen. Alternativen bieten sich hier zwar theoretisch durch die vermehrte Einleitung von Niederschlagswasser mit dem Ziel, eine mindestens temporär ausreichende Spülwirkung zu erreichen, die jedoch auf der anderen Seite den Betrieb der Kläranlagen durch erhebliche „Schmutzstöße“ nach Niederschlägen beeinträchtigt und bei längeren Niederschlagsereignissen zu stark verdünnten und schwer zu reinigenden Schmutzwasseranfall führt. Eventuell kann auch der Einsatz von Wulstkugeln¹⁹ einen Effekt zur Verbesserung der Abflusseigenschaften bringen. Diese sind jedoch wegen möglicher Beschädigungen der Sielhaut und damit verbundenen Effekten für die vermehrte Bildung von Schwefelwasserstoff als problematisch einzustufen.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen beispielhaft das Ausmaß der notwendigen Reaktion auf diese Prozesse in Form gestiegener Kosten für die Geruchsbekämpfung und zusätzliche Spülwassermengen in Frankfurt (Oder).

18 Biochemische Mineralisierung von schwefelhaltigen organischen Substanzen, die unter Ausschluss von Sauerstoff verläuft.

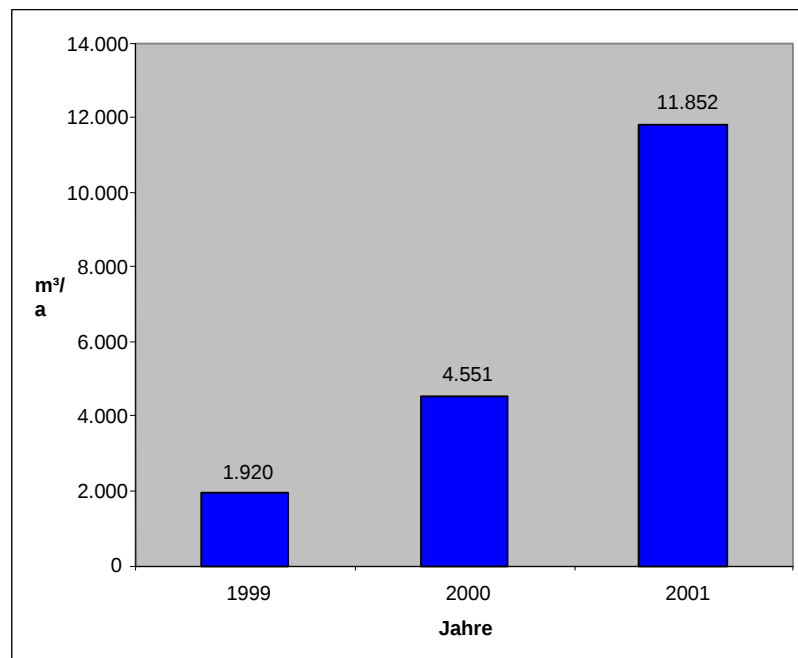
19 Der Einsatz von „Wulstkugeln“ ist ein Verfahren der Kanalreinigung, wodurch Ablagerungsbildung in Schmutzwasserkanälen verhindert wird.

Abbildung 17: Kostenentwicklung zur Geruchsbekämpfung im Kanalnetz in Frankfurt (Oder)*



*Quelle: FWA Frankfurt (Oder).

Abbildung 18: Steigerung der Spülwassermengen zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Abwassernetzes in Frankfurt (Oder)*



*Quelle: FWA Frankfurt (Oder).

Ökologische Folgewirkungen

Mögliche ökologische Folgewirkungen aus den ablaufenden Schrumpfungsprozessen sollen zur Vervollständigung des Zusammenhanges an dieser Stelle kurz angesprochen werden. Allgemein ist zwar bei Abnehmendem Verbrauch eher eine Umweltentlastung zu erwarten, also eine positive Wirkung auf den Ressourcenverbrauch, im Detail kann jedoch dieser Prozess, z.B. wegen der eingeschränkten Funktion der leitungsgebundenen Netze und Systeme, auch negative ökologische Folgewirkungen haben. Stichpunktartig sollen die wichtigsten möglichen Folgewirkungen angesprochen werden:

- Erhöhte Korrosion in Abwasserleitungen/-schächten können negative Auswirkungen auf den Grundwasserschutz haben.
- Anaerobe Umsetzungsprozesse in Rohrleitungen führen zu Geruchsbelästigungen.
- Vermehrte (erforderliche) Spülungen von Rohrleitungssystemen konterkarieren Wassereinsparbemühungen.
- Erhöhte Aufenthaltszeiten in Trinkwassernetzen sind ggf. Anlass für Sicherheitschlo-rungen und beeinflussen Qualität des Wasserkreislaufes.

Die Dimension der Folgewirkungen hängt unter anderem vom Umfang und der Art der Anpassungsmaßnahmen in Bezug auf die ablaufenden Schrumpfungsprozesse ab. Mit vorrangig investiven Maßnahmen zur baulichen Anpassung der vorhandenen Leitungen und Anlagen sind die zu erwartenden ökologischen Folgewirkungen voraussichtlich kleiner als bei vornehmlich betriebstechnischen Maßnahmen, da im ersten Fall die Funktionalität erhalten werden kann.

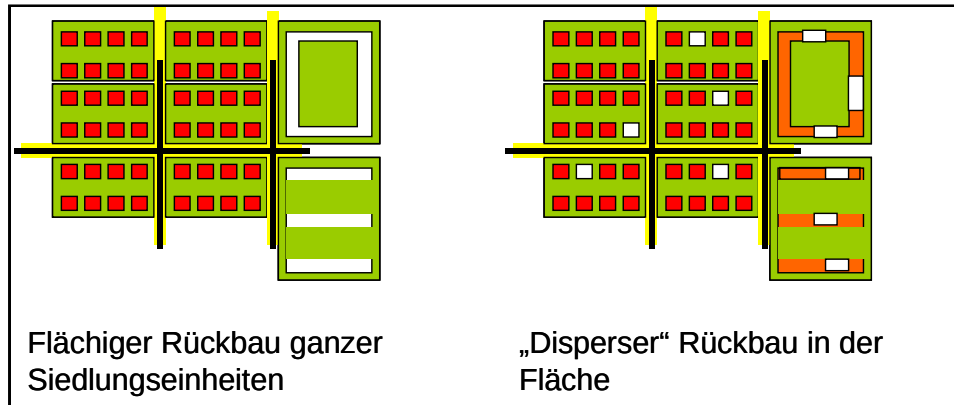
Anpassungs- und Transformationsstrategien der technischen Infrastruktur am Beispiel des Stadtumbaus

Aufgrund des enormen Netz- und Anlagenbestandes kommt den Anpassungs- und Transformationsstrategien eine herausragende Rolle zu (vgl. dazu auch Kap. 4). Die folgenden Betrachtungen sollen diese Zusammenhänge anhand der im Rahmen des Stadtumbaus praktizierten Ansätze zur Steuerung von Umbauprozessen verdeutlichen.

Siedlungsstrukturelle Steuerung von Schrumpfung

Ökonomische Folgewirkungen von Schrumpfung sind abhängig von der siedlungsstrukturellen Entwicklung des Schrumpfungsprozesses. Durch die Wahl der Rückbaustrategie, d.h. durch die Steuerung der siedlungsstrukturellen Rückentwicklung durch die Kommune, den Eigentümer bzw. den Entscheidungsträger können die Transformationsfolgekosten für Systeme der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung wesentlich beeinflusst werden. Im Folgenden werden die Mechanismen und insbesondere die ökonomischen Konsequenzen einzelner Rückbaustrategien dargestellt. Aus der Sicht der Wohnungswirtschaft kommen zwei wesentliche Grundvarianten zur Anpassung an die Schrumpfungsprozesse zur Anwendung, der disperse Rück- oder Umbau und der flächenhafte Rückbau:

Abbildung 19: Grundvarianten des Rückbaus beim Stadtumbau*



*Quelle: Eigene Darstellung.

Diese haben recht unterschiedliche Wirkungen auf die technische Infrastruktur und sollen deshalb kurz kommentiert werden:

Flächiger Rückbau

Durch den flächenhaften, systematischen Gebäudeabriss, aus versorgungstechnischer Sicht möglichst von den Netzen her, können Netzergänzungen oder Umverlegungen von Leitungen und Anlagen (z.B. bei Kellertrassen) vermieden werden. Er bereitet deshalb netztechnisch in der Regel keine großen Probleme, da das Netz im Zuge des Abrisses von Gebäuden quasi entgegen seiner Entstehung zurückgebaut wird. Auch die Möglichkeit einer Stilllegung von Netzteilen ist meist unproblematisch. Langfristig führt diese Abrissstrategie zu einer Verringerung erschlossener Siedlungsfläche und somit auch zu geringeren Netzlängen im Falle der Netzerneuerung (Wiederbeschaffungsinvestitionen).

Für den Fall, dass das betrachtete Stadtumbaugebiet sich am Rand eines Versorgungsgebietes befindet, d.h. keine Siedlungsbereiche oder Einzelobjekte „hinter“ diesem Gebiet versorgt werden, kann im Zuge des Gebäudeabrisses auch ein Teil des Hauptnetzes stillgelegt oder rückgebaut werden. Liegt das Stadtumbaugebiet zwischen zwei oder mehreren Siedlungs- bzw. Versorgungsbereichen, ist den verbleibenden „Durchleitungsstrecken“ ein besonderes Augenmerk zu schenken.

Disperser Rückbau

■ Geschossweiser Rückbau

Beim geschossweisen Rückbau bleibt das Leitungsnetz zunächst in seiner Struktur und Länge unverändert. Erreicht die Unterauslastung der Versorgungsnetze keine kritischen Funktionsgrenzen, sind „nur“ Kostensteigerungen durch die Umlage der Fixkosten auf eine geringere Anzahl von Verbrauchern zu erwarten. Werden jedoch – ggf. auch erst mittel- oder langfristig – die kritischen Funktionsgrenzen unterschritten, fallen erheblich höhere Betriebskosten (z.B. Leitungsspülungen) bzw. Investitionen zur Anpassung der Anlagen- und Leitungsdimensionen an. Bei Abwasserleitungen kann diese kritische Funktionsgrenze überschlägig schon bei einem Leerstand oder dispersen Rückbau von ca.

50 Prozent erreicht sein (Verlegung der Leitungen im Mindestgefälle). Deshalb ist eine Stabilisierung der Siedlungsdichte deutlich über diesem Wert anzustreben. Langfristig führt jedoch der geschossweise Rückbau zu spezifisch hohen Wiederbeschaffungsinvestitionen bei der Netzerneuerung, da das gesamte Netz für erheblich weniger Anschlussnehmer zu erhalten und möglicherweise zu erneuern ist.

■ Punktueller Abriss

Der punktuelle Abriss, d.h. die Herausnahme einzelner Gebäude aus dem Siedlungszusammenhang, ist für den Fall einer separaten Erschließung jedes Einzelgebäudes in seiner Wirkung auf das Leitungsnetz vergleichbar mit dem geschossweisen Rückbau. Eine Ausnahme stellen Erschließungen für mehrere Gebäude über Kellertrassen dar. Hier kann der Teilabriss schon in der Stadtumbauphase zu Zusatzinvestitionen für erforderliche „Lückenschlüsse“ oder Umverlegungen von Leitungen und Anlagen führen.

Die aus diesen Anpassungs- bzw. Transformationsstrategien auf der wohnungswirtschaftlichen bzw. städtebaulichen Ebene resultierenden Reaktionsmöglichkeiten auf der infrastrukturellen Ebene umfassen im Wesentlichen vier Möglichkeiten, die recht unterschiedliche Auswirkungen haben. Diese sind in der folgenden Übersicht den wohnungswirtschaftlichen Ansätzen zugeordnet:

Tabelle 3: Mögliche Anpassungs- und Transformationsstrategien auf den Ebenen der Wohnungswirtschaft und der technischen Infrastruktur*

Anpassungsstrategie der Wohnungswirtschaft		Anpassungsstrategie auf der Ebene der technische Infrastruktur	
Strategie	Merkmale	baulich	betriebstechnisch
Disperser Rückbau	Natürliche Leerstandsverteilung, keine steuernden Maßnahmen, punktuelle Rücknahme von Gebäuden	Kein Rückbau, keine Anpassung, Netz bleibt vollständig erhalten und wird auf „Verschleiß“ gefahren → Verfall	Erhalt der Funktionsfähigkeit durch betriebstechnische Maßnahmen
Disperser Rückbau	Natürliche Leerstandsverteilung, keine steuernden Maßnahmen, punktuelle Rücknahme von Gebäuden	Kein Rückbau, bauliche Anpassung des Netzes an neue Anforderungen, Netz bleibt in der Ausdehnung vollständig erhalten → Anpassung	Erhalt der Funktionsfähigkeit durch betriebstechnische Maßnahmen bis zur Anpassung
Flächiger Rückbau	Gezieltes Leerstandsmanagement, konzentrierte, flächige Rücknahme von Gebäuden möglichst von den Leitungsenden her	Rückbau von Infrastruktur, Erhalt nur von Transitnetzen → Rückbau und Stilllegung von den Leitungsenden her (Wahrung von Dichte)	Erhalt der Funktionsfähigkeit durch betriebstechnische Maßnahmen bis zum Rückbauzeitpunkt
Flächiger Rückbau → Reduktion auf Siedlungseinseln	Gezieltes Leerstandsmanagement, konzentrierte, flächige Rücknahme von Gebäuden, belassen von tragfähigen Siedlungseinseln	Umstrukturierung des Netzes und der Anlagentechnik zu kleinen funktionierenden Einheiten, → Rückbau und Dezentralisierung (Systemtransformation)	Erhalt der Funktionsfähigkeit durch betriebstechnische Maßnahmen bis zum Rückbauzeitpunkt

*Quelle: Eigene Darstellung.

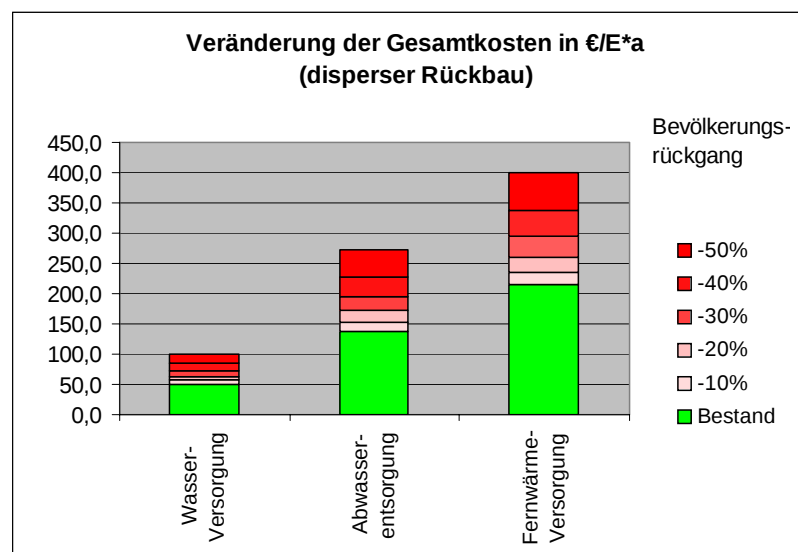
Für alle Anpassungsstrategien auf der Seite der technischen Infrastruktur kommt es bei Schrumpfungerscheinungen regelmäßig zu Überkapazitäten in Leitungsnetzen und Anlagen. Da es sich in der Wasserver- und auch in der Abwasserentsorgung eher um immobile Anlagen und Netze handelt, d.h. ein Abbau der Anlagen und ein Wiedereinsatz an anderer Stelle ist technisch oder kostenmäßig kaum möglich bzw. sinnvoll, ergibt sich im Falle der dauerhaften Stilllegung (Rückbau), dass noch vorhandene Restbuchwerte dieser Anlagen und Netze vorzeitig abzuschreiben sind. Die damit verbundene Kapitalvernichtung belastet die Bilanzen der Unternehmen. Darüber hinaus fallen ggf. Kosten für den Rückbau bzw. die Sicherung freigefallener Anlagen und Netze an. Selbst für den Fall eines dauerhaften Liegenlassens von Anlagen oder Leitungen sind Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Ökonomische Folgewirkungen des Stadtumbaus für die Stadttechnik – Kosten und Preisentwicklung

Bei der Betrachtung von schrumpfungsbedingten Kosten muss unterschieden werden zwischen den indirekten Kosten, die aufgrund veränderter Verbrauchsgewohnheiten und einer geringeren Besiedlungsdichte durch Umlage bestehender Fixkosten auf weniger Verbraucher entstehen und den direkten, die im Zuge des Gebäudeabrisses durch Umbau, Anpassung oder Rückbau von Leitungsnetzen entstehen.

Allein schon aus dem Verbrauchrückgang nach 1990 können für die meisten Medien erhebliche Kostensteigerungen für die Verbraucher resultieren, vorausgesetzt eine Umlage nach dem Kostendeckungsprinzip findet zu 100 Prozent statt. Insbesondere beim dispersen Rückbau, d.h. einem weitgehenden Erhalt der bisherigen Siedlungsfläche und der vorhandenen Netzinfrastruktur, sind die langfristig zu erwartenden Kostensteigerungen erheblich (vgl. folgende Abbildung).

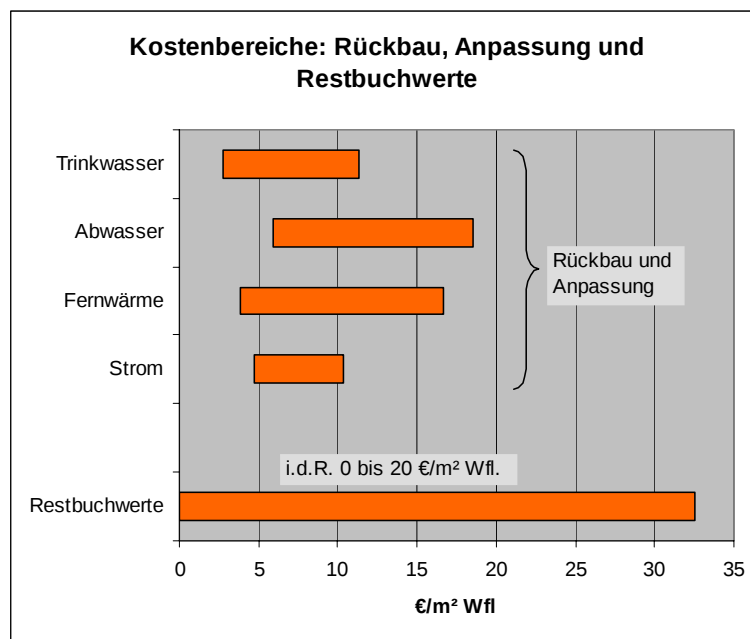
Abbildung 20: Veränderungen der Gesamtkosten für leitungsgebundenen Medien bei schnell sinkenden Bevölkerungszahlen und einem dispersen Abriss von Wohnungen in Euro pro Einwohner und Jahr*



*Quelle: Eigene Berechnungen.

Aus eigenen Erhebungen bislang ausgewerteter Stadtumbaukonzepten lassen sich darüber hinaus für die Anpassung und den Rückbau leitungsgebundener Infrastruktur folgende Faustwerte für einzelne relevante Medien und die vorzeitige Abschreibung von Anlagen und Leitung in Euro pro rückgebaute Quadratmeter Wohnfläche ableiten:

Abbildung 21: Kostenbereiche für Rückbau und Anpassung und zu berücksichtigende Restbuchwerte*

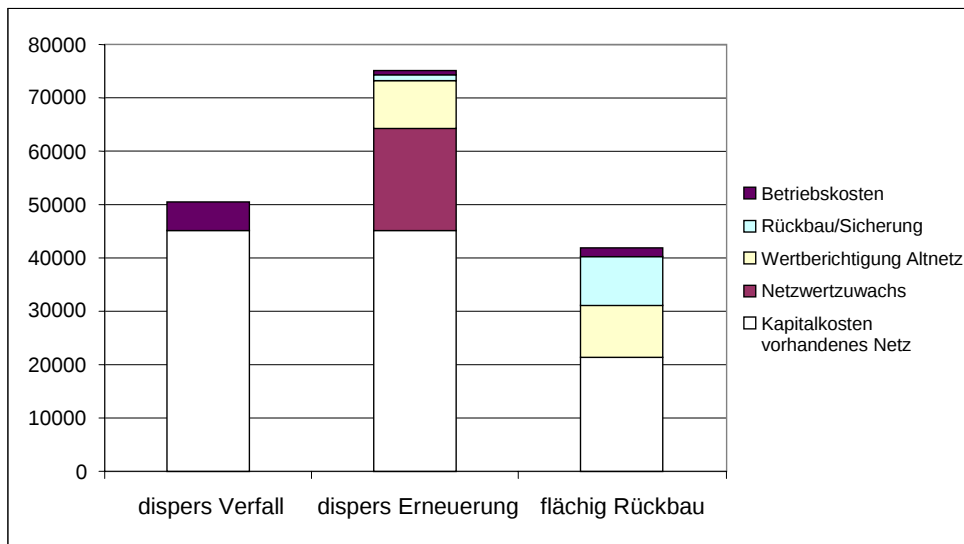


*Quelle: Eigene Berechnungen.

Je nach Stadtumbaustrategie fallen unter der Voraussetzung des Rückbaus nicht mehr benötigter Leitungen direkte Kosten von im Mittel (geschätzten) 800 bis 1.500 Euro/WE bzw. 15 bis 25 Euro/m² abgerissene Wohnfläche für Rückbau von Leitungen, Umschluss bzw. Neuverlegung (z.B. in Bereichen ehemaliger Kellertrassen) an. Ein wesentlicher Kostenfaktor ist hierbei der ggf. erforderliche Rückbau von Sammelkanälen (so genannte Kollektoren). Maßnahmen an zentralen Anlagen außerhalb von betrachteten Stadtumbaugebieten, wie die Anpassung von Pumpwerken, Verteilerstationen, Hauptsammlern, Kläranlagen, Heizkraftwerken etc. sowie deren Restbuchwerte sind in den o.g. Kosten noch nicht enthalten.

Eine Simulation an einem Modellquartier mit einer moderaten innerstädtischen Verdichtung zeigt die folgenden Effekte für die Gesamtkostenentwicklung:

Abbildung 22: Modellrechnung – Kosten bei der Umsetzung von Rückbaustrategien am Beispiel eines Modellquartiers (Schmutzwasserentsorgung) in Euro*

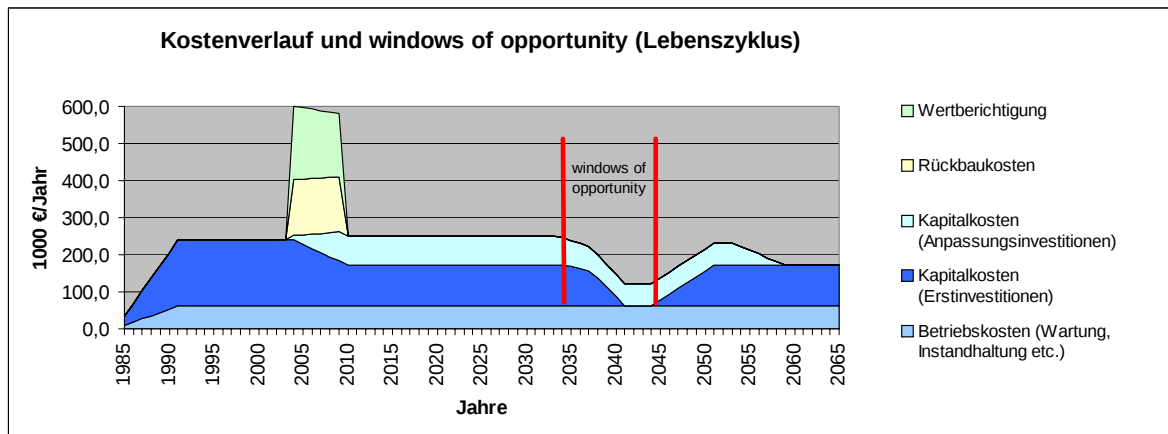


*Quelle: Eigene Berechnungen .

Es zeigt sich, dass insbesondere der disperse Wohnungsrückbau bei gleichzeitiger baulicher Anpassung (→ disperse Erneuerung) der Netze zugunsten geringerer Betriebskosten unter Berücksichtigung der Rückbaukosten und Wertberichtigungen die höchsten Folgekosten aufweist. Bei einem eher dispersen Abriss reduzieren sich zwar die direkten Rückbaukosten, da weniger Leitungen und Anlagen entfernt werden müssen. Dafür erhöhen sich die anfallenden indirekten Kosten durch Umlage der Fixkosten des größeren verbleibenden Netzes auf eine geringere Zahl an Verbrauchern und zwar in der gleichen Größenordnung wie die des Einwohnerrückganges. Gleichzeitig führt er, wie die folgende Abbildung zeigt, zur Einengung der Spielräume („windows of opportunity“) durch die im Verlauf des Schrumpfungsprozesses getätigten Netzanpassungsinvestitionen. Dadurch verringert sich die Chance für einen Systemwechsel erheblich.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen überschläglich die anfallenden Jahreskosten unter Berücksichtigung verschiedener Strategien über den gesamten Lebenszyklus eines konkreten Abwasserteilnetzes.

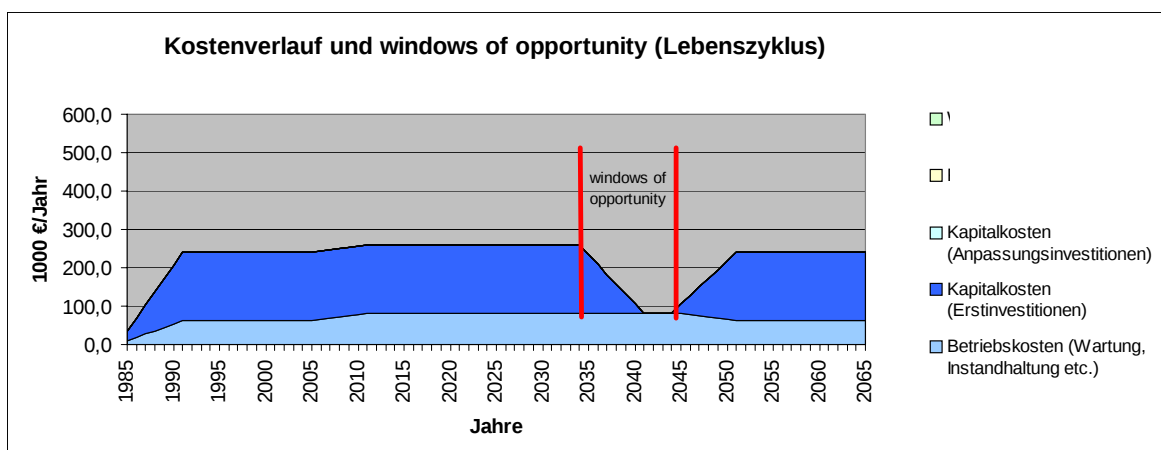
Abbildung 23: Kostenverlauf eines Abwassernetzes bei dispersem Wohnungsrückbau und baulicher Netzanpassung → Strategie: Anpassung*



*Quelle: Eigene Berechnungen.

Dagegen führt die Anpassungsstrategie des dispersen Wohnungsrückbaus bei Verzicht auf Anpassungsinvestitionen zwar ebenfalls zu Kostensteigerungen, vor allem auf der Seite der Betriebskosten, jedoch fallen diese etwas geringer aus als im vorangegangenen Beispiel. Ein Systemwechsel wird jedoch im Unterschied zur vorangegangenen Variante nicht mit zusätzlichem, durch die Anpassungsinvestitionen hervorgerufenem Kapitalverlust belastet (vgl. Abbildung 24), wenngleich hier die Systemalternativen durch die flächendeckend geringere Auslastung eher auf sehr dezentral orientierte Lösungen beschränkt sind.

Abbildung 24: Kostenverlauf eines Abwassernetzes bei dispersem Wohnungsrückbau bzw. Leerstand ohne baulicher Netzanpassung – „Netz wird auf Verschleiß gefahren“ → Strategie Verfall*

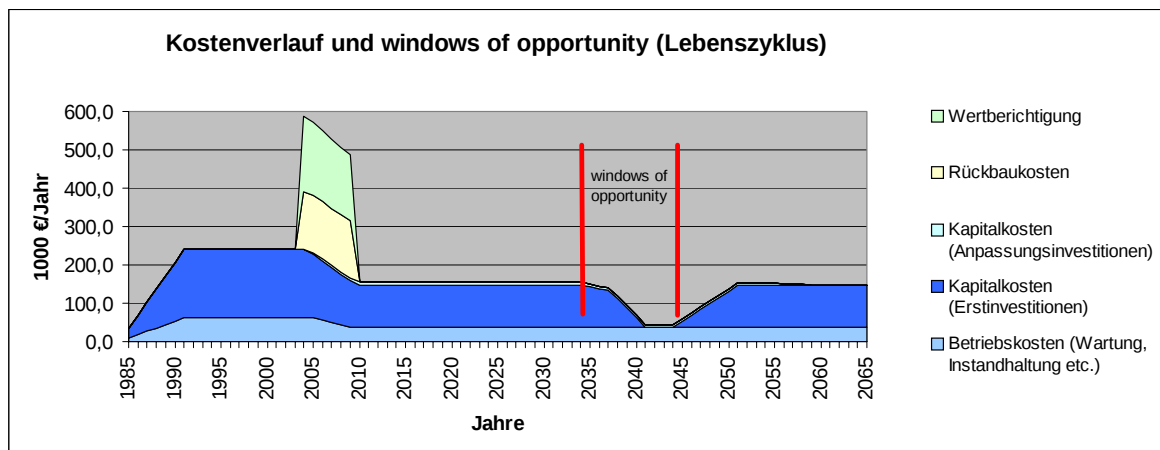


*Quelle: Eigene Berechnungen.

Die langfristig geringsten Folgekosten sind durch den flächigen Rückbau – möglichst von den Leitungsenden her – zu erwarten. Er bietet im Falle von „Verinselungstendenzen“

langfristig verbleibender Siedlungsteile gute Voraussetzung für eine Systemtransformation, z.B. durch die Schaffung „semizentraler“, gut ausgelasteter Restnetze mit dezentralen Ver- oder Entsorgungseinrichtungen.

Abbildung 25: Kostenverlauf eines Abwassernetzes bei flächigem Wohnungsrückbau → Strategie: Rückbau und Stilllegung von den Leitungsenden her mit Option der Dezentralisierung durch Verinselung*



*Quelle: Eigene Berechnungen.

Nicht eingerechnet sind in diesen Fällen die Folgekosten für zentrale Infrastruktureinrichtungen, die derzeit noch nicht hinreichend untersucht sind. Können die anfallenden Kosten nicht auf die Verbraucher umgelegt werden, ergeben sich auf der Seite der Versorger entsprechende Einnahmeverluste.

Auch wenn die o.g. Kosten (nur) einen ersten Kostenrahmen darstellen, der sich noch mit zunehmenden Umsetzungserfahrungen beim Stadtumbau in der Tendenz nach unten korrigieren wird, so wird klar, dass Schrumpfung nicht nur zu einem erhöhten betrieblichen Aufwand sondern auch zu erheblichen ein Mehraufwand durch bauliche Anpassung und rechtlich begründeten Rückbau von Netzen und Anlagen führen kann. Vor allem gilt es, Einsparungen durch die Vermeidung von Anpassungs- und Umbaumaßnahmen zu mobilisieren.

Ein großes Potenzial liegt hierzu in einem systematischen Rückbau von den Netzen her, ggf. auch durch „Liegenlassen“ von Leitungen, unter der Voraussetzung einer baulichen Sicherung und rechtlichen Klärung der Liegerechte. In diesem Fall kann z.B. ein Teil des Kostenblocks beim flächigen Rückbau entfallen.

Das größte Problem stellen Anpassungsinvestitionen bei einem dispersen Rückbau dar, vor allem dann, wenn diese nur für einen kurzfristigen Zeitraum gebraucht und noch vor Erreichen ihrer technischen Lebensdauer ebenfalls zurückgebaut werden.

Fallbeispiel Schwedt/Oder

Die Stadt Schwedt an der Oder mit rund 40.000 Einwohnern wurde als Fallbeispiel gewählt, da hier Schrumpfungsprozesse schon seit einigen Jahren aktiv planerisch angegangen und in der Umsetzung zu beobachten sind. Die Stadt weist in der Zeit nach der Wende einen erheblichen Bevölkerungsrückgang auf, der zum Teil auf Wanderungsbewegungen in das Umland von Schwedt, auf Abwanderung in Richtung der alten Bundesländer und durch die demographische Entwicklung, d.h. den Geburtenausfall nach der Wende, geprägt ist. Der Fokus der Analysen wird auf den Wassersektor gelegt. Einige Analysedaten sind nachfolgend stichpunktartig zusammengefasst.

Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerungsentwicklung ist seit Jahren rückläufig, dieser Trend setzte bereits Ende der 1980er-Jahre ein. Der Rückgang der Einwohnerzahl betrug in einem Zehnjahreszeitraum von 1988 bis 1998 11.222 Einwohner (-21,41 Prozent).

■	1988:	52.419 Einwohner
■	1998:	42.766 Einwohner
■	1999:	41.197 Einwohner
■	2001:	39.017 Einwohner

Die Prognose der Einwohnerentwicklung zeigt einen weiteren massiven Einwohnerrückgang an (2005: 37.000 Einwohner bzw. minus fünf Prozent, 2015: 30.400 Einwohner bzw. -22 Prozent). Dieser Einwohnerrückgang hat vor allem demographische Ursachen. Insbesondere der starke Geburtenrückgang nach der Wende führt zu einer deutlichen Überalterung. Entsprechend wird ein starker Anstieg des Anteils über 65 Jahre prognostiziert:

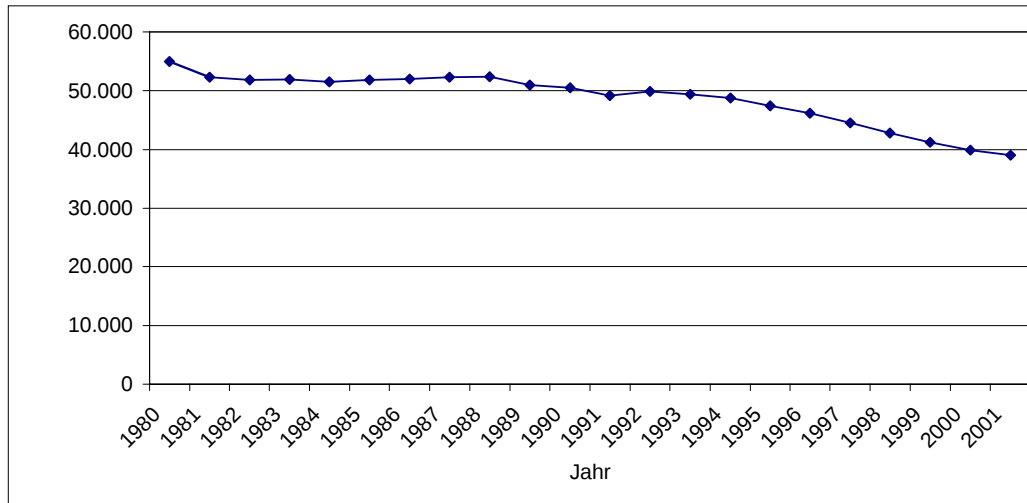
■	1998:	10,0 %
■	2005:	18,1 %
■	2015:	26,5 %

Für den Landkreis Uckermark, der in Bezug auf die Wasserver- und Abwasserentsorgungssysteme mit betrachtet werden muss, wird in den kommenden Jahren ebenfalls mit einer Bevölkerungsabnahme gerechnet:

■	2001:	148.600 Einwohner
■	2010:	134.900 Einwohner
■	2020:	124.300 Einwohner

Bis zum Jahr 2020 resultiert aus dieser Prognose eine Bevölkerungsabnahme von minus 24.300 Einwohner (-16,3 Prozent) gegenüber dem Jahr 2001. Zum Vergleich das Land Brandenburg: minus sieben Prozent (Statistisches Landesamt Brandenburg, 2003).

Abbildung 26: Bevölkerungsentwicklung von Schwedt/Oder 1980-2001*



*Quelle: Statistische Jahrbücher Schwedt/Oder von 1992-2001.

Versorgungsgebiet und Netzzumfang (Trinkwasser, Abwasser)

Es werden derzeit insgesamt knapp 70.000 Einwohner in einem Gebiet von 1034 Quadratkilometer durch den Zweckverband Ostuckermarkische Wasserversorgung und Abwasserbehandlung (ZOWA) mit Wasser versorgt.

Die Länge der Trinkwasserleitungen beträgt im Versorgungsgebiet insgesamt 660,6 Kilometer. Die Abwasserkanäle haben insgesamt eine Länge von 308,2 Kilometer. 98,7 Prozent der Einwohner sind an das Wassernetz angeschlossen. Knapp 80 Prozent (77,2 Prozent) der Haushalte sind an das Abwassernetz angeschlossen. Der Anschlussgrad inklusive mobiler Entsorgung liegt bei fast 100 Prozent.

Konfiguration der Wasserver- und Abwasserentsorgung

Die Wasserver- und die Abwasserentsorgung wird im o.g. Versorgungsgebiet durch den Zweckverband Ostuckermarkische Wasserversorgung und Abwasserbehandlung (ZOWA) sichergestellt. Die Verbandsmitglieder (Städte) sind: Angermünde, Gartz, Greifenberg, Schwedt (40 Prozent), Vierraden sowie zahlreiche Gemeinden der Region: Berkholz/Meyenburg, Casekow, Gramzow für OT Polßen, Hohenselchow – Groß Pinnow, Mark Landin, Mescherin, Pinnow, Schöneberg, Tantow, Welsebruch, Zichow.

Tabelle 4: Allgemeine Angaben zum Verbandsgebiet der ZOWA*

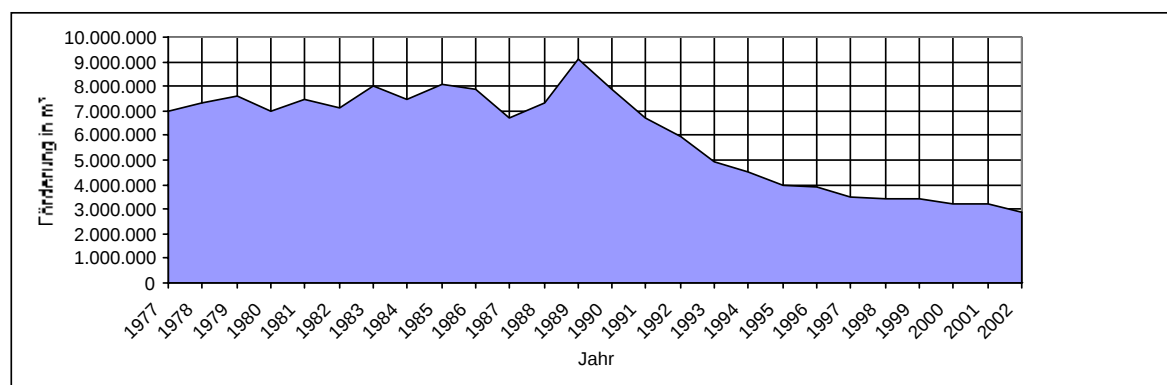
Allgemeine Angaben	Einheit	1998	1999	2000	2001	2002
Verbandsgebiet	km ²	1.034	1.034	1.034	1.034	1.034
Einwohner	Anzahl	77.169	75.828	74.366	72.589	70.861
Mitgliedsgemeinden und Städte	Anzahl	59	58	58	57	49
Mitarbeiter im Zweckverband	Anzahl	84	84	85	84	84
Auszubildende	Anzahl				3	3

*Quelle: ZOWA 2003.

Verbrauchsentwicklung

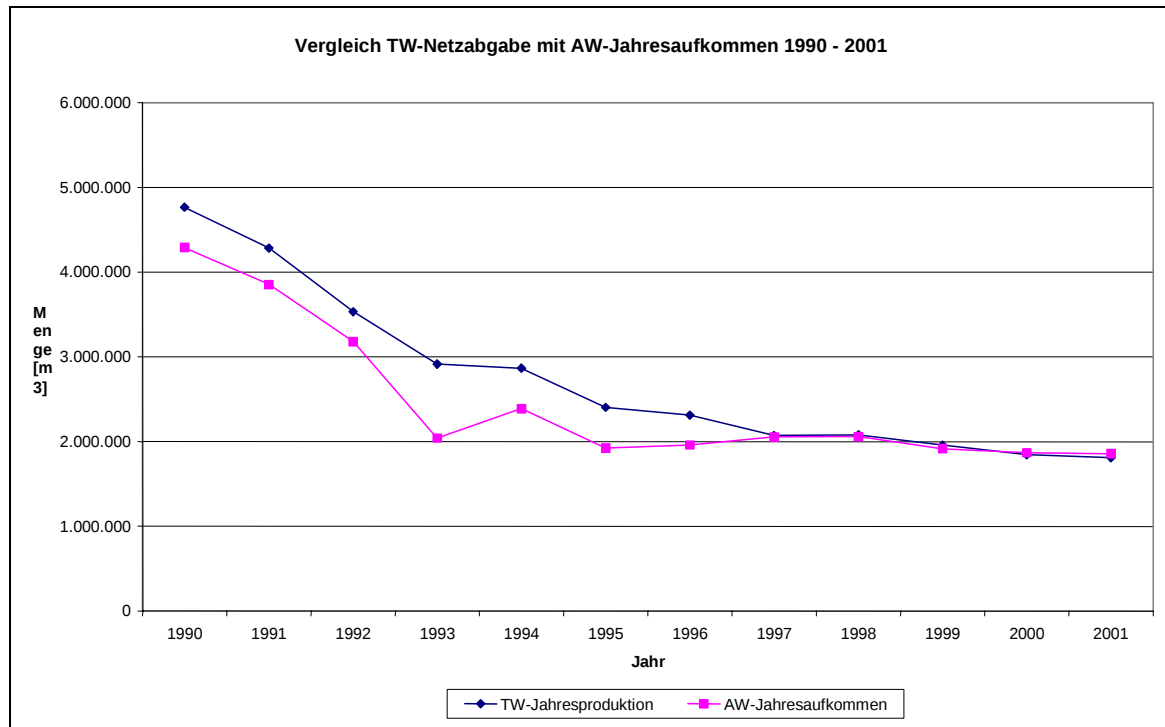
Die Entwicklung des Trinkwasserverbrauchs und des Abwasseranfalls ist stark rückläufig trotz einer Zunahme der angeschlossenen Haushalte und erheblichen Netzerweiterungen. Dies zeigt der Verlauf der Trinkwassernetzabgabe.

Abbildung 27: Bruttowasserproduktion von 1977-2002 des ZOWA Schwedt/Oder*



*Quelle: ZOWA 2003.

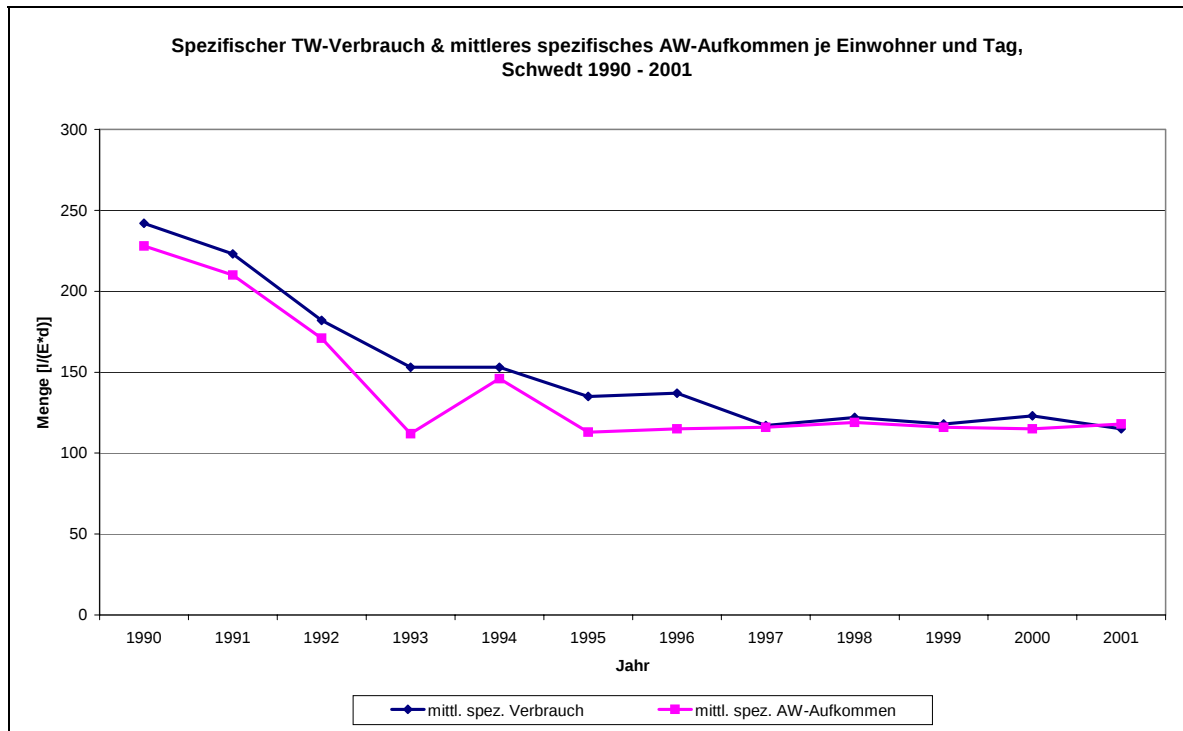
Abbildung 28: Vergleich Trinkwasser-Netzabgabe mit Abwasser-Jahresaufkommen 1990-2001*



*Quelle: Statistische Jahrbücher, Schwedt/Oder 1992-2001.

Die Ursache für die stark rückläufige Jahres-Trinkwasser-Produktion – und somit auch rückläufige Netzeinspeisung ist ein erheblicher Rückgang des spezifischen mittleren Tagesverbrauchs. Entsprechend ist auch das Abwasseraufkommen stark rückläufig, allerdings verlangsamt sich der Rückgang seit 1995. Der Verlauf der Entwicklung ist seit 1995 in etwa synchron mit der Jahres-Trinkwasser-Produktion, bis 1995 jedoch erheblich niedriger als die Jahres-Trinkwasser-Produktion, was auf eine umfassendere Erfassung von Abwasser schließen lässt.

Abbildung 29: Spezifischer Trinkwasser-Verbrauch und mittleres spezifisches Abwasser-Aufkommen je Einwohner und Tag in Schwedt/Oder 1990-2001*



*Quelle: Statistische Jahrbücher Schwedt/Oder 1992-2001.

Tabelle 5: Kenndaten zu den Wasser- und Abwassernetzen*

Netzdaten für die	Einheit	1998	1999	2000	2001	2002
Trinkwasserversorgung						
angeschlossene Einwohner	Anzahl	75.935	74.601	73.251	71.492	69.962
Großwasserzähler	Anzahl	126	131	124	88	78
Hauswasserzähler	Anzahl	11.744	12.046	12.302	12.551	12528,0
Wasserwerke	Anzahl	21	18	17	16	16
Wassergewinnungskapazität	m ³ /d	36.779,0	36.799,0	36.605,0	36.305,0	36.305,0
Bruttowasseraufkommen	m ³ /a	3.420.915	3.319.509	3.086.620	3.083.613	2.908.978
überörtliche Leitungen	km	130,0	146,8	146,6	147,0	149,0
Ortsnetze	km	343,3	339,2	345,6	354,7	357,0
Wasseranschlussleitungen	km	126,9	140,2	150,1	158,9	163,4
Behälter	Anzahl	28,0	28,0	28,0	27,0	27,0
Speicherraum	m ³	22.977	22.977	22.957	22.737	22.737
Druckerhöhungsstationen	Anzahl	12	13	13	13	13
Abwasserentsorgung						
angeschlossene Einwohner	Anzahl	75.900	74.178	74.178	74.366	70.800
Erfassungsgrad inkl. mobiler Entsorgung	%	98,4	97,8	99,7	?	99,9
Kläranlagen	Anzahl	7	8	8	9	9
Reinigungsleistungen	EGW	93.550	95.530	95.530	97.280	97.280
Abwasseranfall auf Kläranlagen	m ³ /a	2.758.008	2.630.509	2.502.058	2.566.897	2.633.351
Fäkalien aus Sammelgruben	m ³ /a	226.675	240.729	243.474	267.097	299.409
Abwasserpumpwerke	Anzahl	91	113	117	121	132
Druckleitungen	km	63,9	74,5	79,6	80,4	87,9
Gefälleleitungen	km	149,2	164,2	171,5	174,8	177,0
Hausanschlusskanäle	km	43,5	47,5	50,6	53,0	54,1

*Quelle: Statistische Jahrbücher Schwedt/Oder 1998 bis 2002.

Netzzustand

Der Netzzustand ist aufgrund der erheblichen Siedlungserweiterungen nach dem zweiten Weltkrieg in einem durchschnittlichen Zustand. Eine Grundsanierung hat in den Kernbereichen der Stadt nur abschnittsweise und in kleinerem Umfang stattgefunden.

Eine zweite Welle der Siedlungstätigkeit hat nach der Wende außerhalb der Stadtbereiche Schwedt/Oder und Angermünde stattgefunden. Diese Netze sind in gutem Zustand und verfügen über eine erhebliche Restnutzungszeit.

Investitionstätigkeit – Ökonomische Daten

In den zurückliegenden Jahren sind erhebliche Investitionen in den Ausbau der Netze der bislang nicht zentral erschlossenen Gebiete und in neuen Siedlungsbereichen getätigt worden. Die Restbuchwerte haben sich in den zurückliegenden Jahren trotz einer rückläufigen Anzahl zu ver- bzw. entsorgender Haushalte erhöht (vgl. Tabelle 6), was eine Erhöhung des Fixkostenanteiles je Nutzer zur Folge hat.

Tabelle 6: Ökonomische Rahmendaten des ZOWA*

	Einheit	1998	1999	2000	2001	2002
Anlagevermögen gesamt						
- Anschaffungs- und Herstellungskosten	1.000 €	11.1897,8	121.271,8	124.409,8	132.157,7	137.530,5
- Restbuchwerte	1.000 €	92.488	93.819,9	92.090,6	9.4687	95.307,7
- Wertanteil zu den Anschaffungswerten		80,5	77,4	74	71,6	69,3
Eigenkapital	1.000 €	37.627,2	37.878,9	37.946,3	37.557,6	46.681,5
Bilanzsumme	1.000 €	104.872,9	106.288	105.523,1	106.886,8	104.962,2
Eigenkapitalquote	%	35,88	35,64	35,96	35,14	44,5

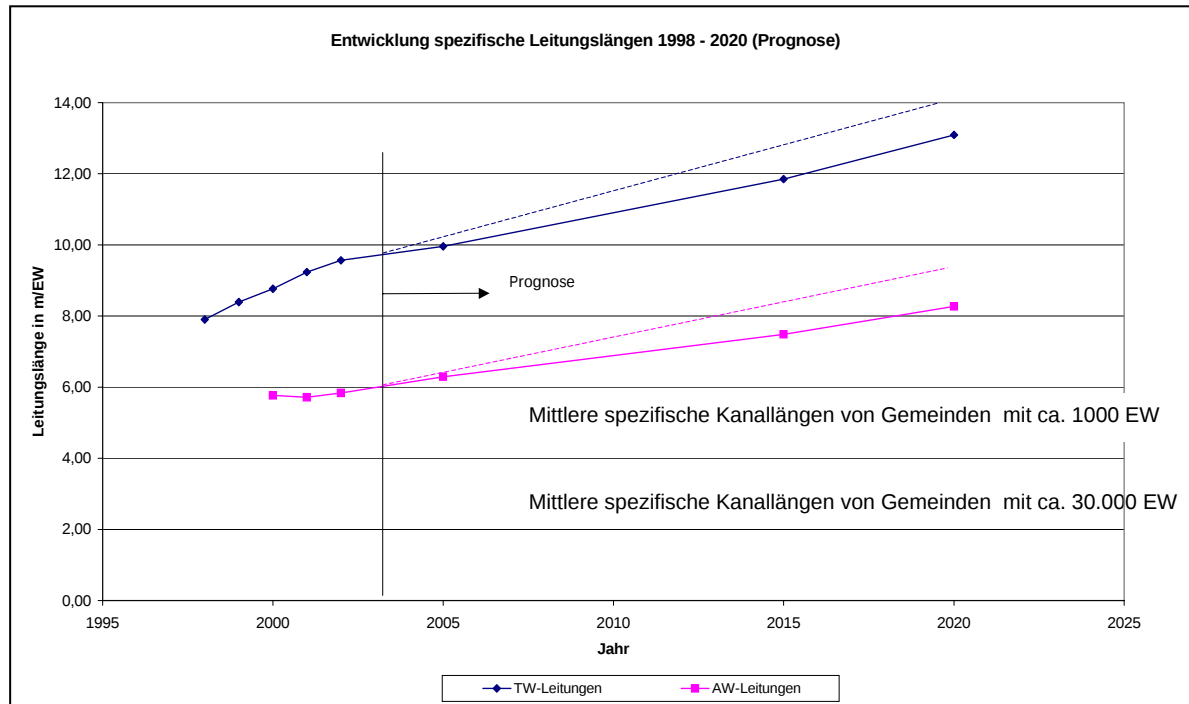
*Quelle: ZOWA 2003.

Die Preise bzw. Gebühren konnten im Zeitraum 1996 bis 2003 nahezu konstant gehalten werden. Der Mengenpreis für Trinkwasser beträgt 1,30 Euro/m³ der für Abwasser beträgt 2,97 Euro/m³. Es gilt der Frischwassermaßstab als Bemessungsgrundlage für den Abwasseranfall.

Dies deutet zunächst auf eine stabile Unternehmensentwicklung hin. Berücksichtigt werden muss jedoch bei dieser Einschätzung der vergleichsweise geringe Sanierungsbedarf aufgrund des vorhandenen Netzealters.

Interessant ist jedoch für die zukünftige Entwicklung, dass der rückläufige spezifische Trinkwasserbedarf einhergeht mit einer deutlichen Erhöhung der spezifischen Leitungslängen durch die Erschließung dünner besiedelter Bereiche und durch eine Verringerung der ver- und entsorgten Einwohner in den derzeitigen Versorgungsbereichen. Diesen Zusammenhang zeigt die folgende Abbildung.

Abbildung 30: Entwicklung der spezifischen Leitungslängen pro Einwohner für die Wasser- und Abwassersysteme im Zweckverband Ostuckermärkische Wasserversorgung und Abwasserbehandlung im Vergleich zu mittleren spezifischen Kanallängen in Brandenburg*



*Quelle: Eigene Berechnungen; Abwasserkosten 2000.

Anmerkung: In der Darstellung bedeutet die obere Linie = Wasser, untere Linie = Abwasser.

Es wurde für die zukünftige Entwicklung unterstellt, dass keine weitere Erschließung in dünner besiedelten Bereichen erfolgt (jeweils untere Kurve) oder weiterhin eine moderate Siedlungsentwicklung in der Fläche mit Anschluss an die vorhandenen zentralen Wasser- und Abwassersysteme erfolgt (jeweils obere Kurve). Ferner ist die o.g. prognostizierte Einwohnerentwicklung zugrunde gelegt. Die deutlich über den spezifischen Kanallängen für Abwasser liegenden Werte für die Wasserversorgung sind unter anderem auf einen höheren Anteil überörtlicher Leitungen zurückzuführen.

Fazit

Die derzeit vergleichsweise geringen Probleme in der Wasserwirtschaft der Stadt bergen die Gefahr, dass bei Erreichen der technischen Lebensdauer großer Netzteile (bei Abwasser in ca. 20 Jahren) zeitgleich für einen erheblichen Netzanteil Sanierungen anstehen. Dies könnte bei parallel deutlich geringerer Anzahl angeschlossener Nutzer eine enorme bzw. unlösbare ökonomische Herausforderung darstellen.

Einen Beitrag zur Problemlösung kann jedoch die bislang sehr konsequente Stadtumbaustrategie, die auf eine Anpassung von Siedlungs- und Netzstrukturen durch flächenhaften Rückbau, d.h. auf deren Verkleinerung ausgerichtet ist, leisten.

3. Systeme und Technologien im Wasserver- und Abwasserentsorgungssektor

In Anbetracht der stattfindenden Veränderungsprozesse in der Bundesrepublik Deutschland bedarf es eines Instrumentes, welches die Beurteilung von Technologien, Systemen und Maßnahmen in der Wasserversorgungswirtschaft vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit und im Hinblick auf Ökonomie, Ökologie und Wasserwirtschaft ermöglicht. Technische und ökonomische Kompetenzen sind neben der politischen Durchsetzungskraft für alle Entscheidungsträger notwendig, um sowohl diese Prozesse steuernd begleiten, als auch soziale und umweltpolitische Entscheidungen bewusst führen zu können.

Die Vorhaltung von notwendigem fachlich-technischem Know-how stellt auch kleinteiligere Unternehmensstrukturen vor große Schwierigkeiten, so lautet es in einer empirischen Studie der Unternehmensgruppe Kienbaum (Deutsche Bank Research). Ähnliche Probleme und Bedenken darüber wurden seitens der befragten Kommunen im Rahmen verbundinterner Interviews geäußert. (Personelle) Einsparungsmaßnahmen werden oft auf Kosten des vorhandenen Wissenspotenzials ausgetragen. Die Abhängigkeiten der Kommunen werden gegenüber den Unternehmen bzw. größeren Betriebsstrukturen noch verstärkt, sie fühlen sich teilweise diesen in Planungs- und Entscheidungsprozessen „ausgeliefert“.

Vor diesem Hintergrund müssen auch Modelle wie Public Private Partnerships (PPP) diskutiert werden. Sie können ein Schritt in die richtige Richtung sein, da die Kommunen möglicherweise nicht nur vom privaten Kapital der Unternehmen sondern auch von dessen technischem Know-how profitieren können.

Ganz unabhängig von der Organisation einer Modernisierung in der Wasserwirtschaft, ob mittels Privatisierung oder betrieblichen Kooperationen zwischen Wasser und Abwasser, sollten sich die Kommunen bemühen, ihren Einfluss auf die Wasserversorgung und die Abwasserbeseitigung zu behalten (vgl. Libbe/Trapp 2005). Sie müssen ihre Eigenverantwortung stärken und könnten so auch unter Umständen das Abstoßen unrentabler Netzbereiche (z.B. bei der Erschließung ländlicher Räume) verhindern.

Um wichtige strukturbildende Faktoren im Wasserver- und Abwasserentsorgungssektor aus technischer und ökonomischer Sicht beschreiben zu können, ist im Vorfeld eine Analyse der Infrastrukturen notwendig.

Aus den benannten Gründen war es im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes netWORKS das Ziel, eine Recherche über Technologien und Systeme der Ver- und Entsorgung durchzuführen, die derzeit in Deutschland im Wesentlichen ihre Anwendung finden bzw. diskutiert werden. Im Anschluss sollen die Ergebnisse unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten untersucht werden, um in einem „Zielkorridor nachhaltiger Entwicklung“ die Transformationsprozesse kompetent und bewusst steuern zu können.

3.1 Ausgangssituation für technologische Entwicklungen

Eine Neuorientierung der deutschen Wasserver- und Abwasserentsorgung, wie sie derzeit im Rahmen der Veränderungsprozesse diskutiert wird, hat sich besonders an den Grundwerten dieses Infrastruktursektors zu orientieren. In Deutschland wird die öffentliche Trinkwasserversorgung sehr hohen Ansprüchen an die Versorgungssicherheit und die

Qualität des Trinkwassers gerecht. Das Trinkwasser ist das am besten überwachte Lebensmittel. Die Position der Infrastrukturen als sowohl wichtigstes Element der kommunalen Daseinsvorsorge in Deutschland (soziale Bedeutung) als auch als sozio-technische Systeme für den Umgang mit natürlichen Ressourcen (ökologische Beziehungen) bedingen effiziente Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Anpassung des technischen Niveaus.

Die durch den fortschreitenden Wandel wachsenden Forderungen nach einer grundlegenden Modernisierung im Wassersektor gehen einher mit immer höheren Anforderungen an die technischen Standards aufgrund von Vorschriften im Umweltbereich, die wiederum auch unmittelbar mit immensen finanziellen Belastungen verbundenen sind. Im Wechselspiel zwischen größerer Wirtschaftlichkeit und steigender Qualitätsansprüche sowohl auf rechtlicher Seite als auch auf Verbraucherseite, muss es weiterhin vorrangige Aufgabe bleiben, die Trinkwasserqualität aufrechtzuerhalten. Neue Herausforderungen wie Viren und Parasiten, die gegenüber üblichen Desinfektionsverfahren resistent sind und der Ersatz von Bleileitungen in den Hausanschlüssen werden Hauptbestandteil sein. Die chemische Belastung des Rohwassers insbesondere durch Nitrat und Pflanzenschutzmitteln, vor allem durch landwirtschaftliche Nutzung, verursacht weitere Probleme. Hier werden weniger Aufbereitungstechniken, sondern vielmehr Aktivitäten zum Schutz der Ressourcen gefragt sein.

Eine Weiterentwicklung von Techniken wird dagegen bei der Abwasserentsorgung unter ganzheitlichen Gesichtspunkten zukünftig im Vordergrund stehen. In vielen Abwasserbehandlungsanlagen wurden bereits weitere Reinigungsstufen zur Nährstoffreduzierung eingeführt. Gleichwohl gibt es immer noch Bedarf die hygienische Qualität der Abläufe aus Abwasserbehandlungsanlagen zu verbessern. Eine Reduzierung des Ressourceneinsatzes und das Schließen von Stoffkreisläufen (vor allem hinsichtlich der in Haushaltsabwässern enthaltenen Nährstoffe) wird das vorrangige Ziel zukünftiger Entwicklungen im alternativen, dezentralen Infrastrukturbereich sein. Chancen für neue Technologiekonzepte liegen ganz deutlich darin, wenn sie Vorteile hinsichtlich geringeren Bauvolumens, mehr Flexibilität, weniger zu entsorgender Prozessabfall oder Vermeidung bedenklicher Nebenprodukte vorweisen können (beispielsweise durch die Membrantechnologie) und diese unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten rentabel werden.

Abhängig von den jeweiligen Rahmenbedingungen sind die Lösungsansätze und Strategien unterschiedlich zu diskutieren. Anwendungspotenzial besteht vor allem in einzelnen Regionen, in denen mittelfristig mit Bevölkerungsschwund zu rechnen ist, in Regionen mit dünner Siedlungsstruktur (ländlich geprägte Regionen) oder Nischen wie etwa Neubaugebiete auf der „grünen Wiese“ (für Wohn- bzw. gewerbliche Nutzung). Es ist zu erwarten, dass dezentrale Techniken in naher Zukunft eine stärkere Beachtung finden. Erhöhter Handlungsbedarf im Zusammenhang zwischen sinkenden Wasserverbräuchen und steigenden Wasserpreisen beschleunigt diese Entwicklung zusätzlich.

3.2 Zustand des Wasserver- und Abwasserentsorgungsnetzes

Eine möglichst umfassende Kenntnis des Status quo des Wasserver- und Abwasserentsorgungsnetzes (Bestand, Durchschnittsalter, Anschlussgrad, Sanierungsbedarf etc.) bildet die Grundlage für alle Entscheidungsprozesse bezüglich der zukünftigen Gestaltung des Ver- und Entsorgungssektors im Transformationsprozess.

Diese Parameter geben Auskunft über mögliche Konsequenzen, zu erwartende Investitionen, die für die Kommunen in Zeiten knapper Haushaltskassen von besonderer Bedeutung sein dürften und sind die Basis jeder technologischen Betrachtung.

3.2.1 Das Öffentliche Netz

Bezogen auf das Leitungsnetz, so geht aus einem Pressebericht von Prof. Herz der TU Dresden hervor, ahnen die Kommunen bislang kaum, welche Belastung in den kommenden zwanzig Jahren auf sie zukommt.

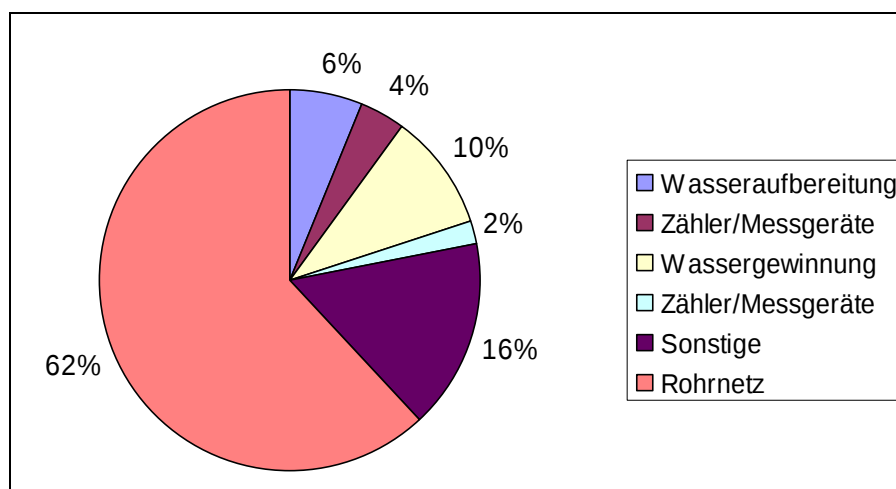
Der Anschlussgrad der Bevölkerung an das Netz der öffentlichen Trinkwasserversorgung liegt bei 99,1 Prozent (STBA 2003). Auch der Anschlussgrad an öffentliche Abwasserkanäle²⁰ hat mit 91 Prozent die Grenze des ökonomisch Sinnvollen erreicht. Der Anschlussgrad der Bevölkerung an 10.340 Kläranlagen beträgt in Deutschland 93 Prozent (ATV 2004).

Die Anlagen der Wasserver- und Abwasserentsorgung können als langlebige Güter charakterisiert werden. Die notwendigen Investitionen schlagen sich direkt im Budget der Unternehmen bzw. Betriebe nieder und werden aus diesen Gründen oft herausgezögert. Dies führt meist zu einem Sanierungsstau, der zu höheren Kosten führt als eine rechtzeitige Substanzpflege.

Durchschnittlich betrachtet ist mehr als die Hälfte (54 Prozent) der Wassergewinnungs- und Bezugsanlagen über 25 Jahre alt. Bei den Wasserverteilungsanlagen sind ebenfalls mehr als die Hälfte (51 Prozent) über 25 Jahre alt. Der Anteil der Anlagen unter 10 Jahren beträgt nur ganze vier bis fünf Prozent.

Dennoch zeigt der europäische Vergleich, dass Deutschland mit die niedrigsten Wasserverluste zu verzeichnen hat. Schließlich betrug im Jahr 2002 das Investitionsvolumen in diesen Sektor rund 2,56 Mrd. Euro.

Abbildung 31: Investitionen in der Wasserwirtschaft im Jahr 2002*



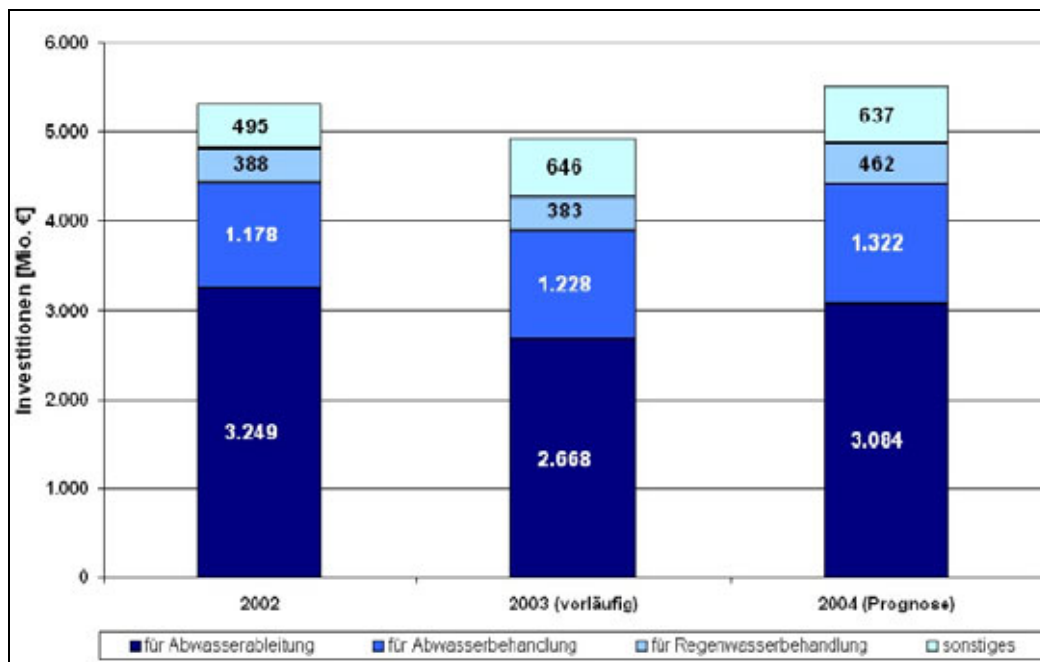
*Quelle: BGW 2003.

20 Die Länge der öffentlichen Abwasserkanäle beträgt in Deutschland ca. 446.000 km.

Um die Wasserversorgung qualitativ und quantitativ sicher zu stellen, sind hohe Investitionen sowohl für den Erhalt, die Modernisierung und den Ausbau als auch zur Anpassung der Anlagen zu tätigen. Vorrang hat dabei die Gewinnung, die Aufbereitung, die Speicherung, der Transport und die Verteilung des Wassers. Den Schwerpunkt der Investitionssumme bildet jedoch in Deutschland in der Regel der Rohrnetzbereich mit ca. 62 Prozent. Die Aufbereitung und die Gewinnung sind zu je acht Prozent und die Speicherung zu je sechs Prozent an der Investitionssumme beteiligt. Im Vergleich zu den Vorjahren sind die Investitionen angestiegen. Dieser Trend wird sich weiter fortsetzen müssen, da aus einem rückläufigen Wasserverbrauch resultierende hydraulische und hygienische Probleme in letzter Konsequenz zu einem steigenden Wartungsaufwand für das Trinkwassernetz führen.

Im Vergleich zur Wasserversorgung sind Kläranlagen als durchschnittlich jünger einzustufen. 31 Prozent der Anlagen sind unter zehn Jahre und nur 18 Prozent über 25 Jahre alt. Hinsichtlich der Abwassernetze wurden innerhalb der letzten zehn Jahre geringe Investitionen getätigt, so dass das Durchschnittsalter mindestens elf Jahre beträgt.

Abbildung 32: Investitionen in der Abwasserentsorgung im Jahr 2002 und Prognose*



*Quelle: BGW (2003-2).

Altersverteilung der Kanäle im Jahr 2001 (Berger/Lohaus 2003):

- 0 ... 25 Jahre = 30 %
- 26 ... 50 Jahre = 36 %
- 51 ... 75 Jahre = 10 %
- 76 ... 100 Jahre = 14 %
- > 100 Jahre = 4 %
- unbekannt = 6 %

Eine normale Erneuerungsrate wäre bei 1,5 Prozent pro Jahr anzusetzen, zur Verringerung des bestehenden Sanierungsstaus sind ca. drei Prozent des vorhandenen Abwasserleitungsnetzes zu erneuern. Das entspricht bei ca. 300 Euro pro Meter Kosten (Herz 2002) für die Leitungserneuerung von Abwasserkanälen etwa vier Mrd. Euro erforderliche Erneuerungsinvestitionen pro Jahr. Die tatsächliche jährliche Investitionsrate bleibt deutlich hinter diesem Wert zurück.

Die Kosten der Abwasserreinigung betragen 20 bis 30 Prozent für Kläranlage und 70 bis 80 Prozent für Kanalisation (Günthert/Reicherter 2001). Die Folge sind zögerliche Investitionen und unzureichende Instandhaltungsmaßnahmen im Netz. Der hohe Preisdruck seitens des Rechtsrahmens beeinflusst die Qualität der Bauausführung. Nach Angaben der RAL-Gütegemeinschaft Güteschutz Kanalbau sind 80 Prozent der Schäden weniger die Folge natürlicher Alterungsprozesse oder von Fremdeinwirkung, als vielmehr die Folge schlechter Bauausführung. Genannt werden insbesondere undichte Rohrverbindungen, mangelnde Verdichtung des Bodens sowie fehlende Rohrauf Lagerung und -einbettung. In Bezug auf den Sanierungsbedarf rechnet der DWA mit einer tendenziellen Zunahme, da nur ein Drittel der Kanalisation jünger als 25 Jahre ist. Besonders drastisch stellt sich die Situation in Ostdeutschland dar. Hier stammt etwa 50 Prozent der Kanalisation aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg und ist somit teilweise kurz- bis mittelfristig sanierungsbedürftig. Allerdings ist in Ostdeutschland aufgrund der Bautätigkeiten der vergangenen Jahre der Anteil der Kanäle, die jünger als 25 Jahre sind, höher als in Westdeutschland.

Eine Verschiebung konnte der DWA hinsichtlich der eingesetzten Baustoffe feststellen. So nehmen seit dem Jahr 1990 die Menge der gemauerten Kanäle ab, während seit Anfang der 90er-Jahre bevorzugt Kunststoff im Kanalbau eingesetzt wird.

Zur Inspektion der Kanäle und Schächte verwenden die Kommunen Inspektionsprogramme, jedoch kaum für die Grundleitungen und Hausanschlüsse (nur 14 Prozent), da es laut der TrinkWVO in das Bearbeitungsfeld anderer Betreiber (z.B. Hauseigentümer) fällt. Vor allem bei kleinen und mittleren Kommunen liegt der Inspektionsgrad mit steigender Tendenz bei 75 Prozent (vgl. Berger/Lohaus 2003). Am häufigsten werden auf diese Weise „schadhafte Anschlüsse“ und „Risse“ genannt, gefolgt von undichten Muffen und Lageabweichungen.

Laut der Ergebnisse der aktuellen DWA-Umfrage 2004 durch Berger/Lohaus hat sich der Zustand der Kanalisation, trotz hoher Investitionen der Kanalnetzbetreiber, im Vergleich zu den Vorjahren nicht verbessert, sondern sich sogar tendenziell weiter verschlechtert hat. Anhand der Zustandsbewertung ermittelte DWA den Handlungsbedarf im Kanalbereich. Die Zustandsbewertung gibt jeweils obere Werte an, weil die Kommunen zuerst die alten Kanäle inspizieren.

Zustandsklassifizierung (ZK) und Zustandsbewertung der Kanalisation im Vergleich 2003 und 2004 (Berger/Lohaus 2004²¹):

▪ ZK 0 + ZK 1 (sofortiger + kurzfristiger Handlungsbedarf)	= 7 % (2003)	8,8 % (2004)
▪ ZK 2 (mittelfristiger Handlungsbedarf)	= 10 % (2003)	10,8 % (2004)
▪ ZK 3 (langfristiger Handlungsbedarf)	= 14 % (2003)	21,5 % (2004)
▪ ZK 4 (kein Handlungsbedarf)	= 69 % (2003)	59,0 % (2004)

21 In dieser Untersuchung der Zustandsklassen wurde Berlin nicht mit berücksichtigt.

Somit sind ca. 20 Prozent der öffentlichen Kanalisation kurz- bzw. mittelfristig sanierungsbedürftig. Die Ausgaben für Sanierungsverfahren wurden im Jahr 2000 auf 1,64 Mrd. Euro (21 Euro pro angeschlossenen Einwohner hochgerechnet) geschätzt²². Im Jahr 2004 lagen die mittleren Kosten bei rund 540 Euro je Meter instand gesetzten Kanal. Die Schätzung der erforderlichen Gesamtsanierungskosten für die öffentliche Kanalisation bei ZK 0 bis ZK 2 betragen in der Auswertung der Umfrage 2004 ca. 50 bis 55 Mrd. Euro (Berger/Lohaus 2004). Legt man die Ausgaben vom Jahr 2000 zugrunde, würde das etwa 28 Jahre dauern.

3.2.2 Das private Netz

Das private Netz ist etwa doppelt so lang wie das öffentliche Netz, davon sind schätzungsweise 40 Prozent sanierungsbedürftig. Es gibt nur wenige Daten zum Zustand des privaten Netzes, weil es nicht der Verantwortung der Kommunen unterliegt. In Zukunft muss die Zustandserfassung und -bewertung sowie die Sanierung weiterhin einen hohen Stellenwert besitzen.

Verursacht durch neue Materialien (Dichtung, Rohre), Fehllanschlüsse bei Regenwasser-/ Brauchwasseranlagen, durch Energiesparmaßnahmen im Warmwasserbereich (Legionellen) etc. gibt es eine Vielzahl an Qualitäts- und Hygieneprobleme im Leitungssystem der Hausinstallationen. Im Falle von Fehllanschlüssen können Hausinstallationen dann eine Gefahr für das öffentliche Netz darstellen, z.B. bei einem Wasserrohrbruch im öffentlichen Netz, in dessen Folge Wasser aus der Hausinstallation in das öffentliche Netz gelangen kann (Pütz 2003).

Zusätzlich wird die Auslastung des öffentlichen Netzes auch durch die Nutzung von Regenwasser im Haushalt negativ beeinflusst, da es die Verweildauer des Wassers erhöht. Mikrobiologische und chemische Veränderungen sind die Folge und zusätzliches Spülen und Chloren wird notwendig. Laut Pütz werden Fehllanschlüsse und illegale Querverbindungen „willentlich oder unbeabsichtigt immer wieder hergestellt“ (unter anderem Frankfurter Raum, Köln, Düsseldorf) (Pütz 2003: 55).

3.3 Übersicht der technischen Infrastruktursysteme in der Wasserver- und Abwasserentsorgung

Der Focus des folgenden Abschnitts zielt auf eine Recherche über die Systeme und Technologien der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Deutschland. Es werden dabei sowohl die bisher angewendeten Systeme betrachtet als auch die, die derzeit eine wesentliche Rolle (vorwiegend im Abwassersektor) in den Diskussionen spielen bzw. momentan erprobt werden. Anwendungsbereiche und Entwicklungsperspektiven dieser Konzepte werden in einer technischen, ökologischen, ökonomischen und sozialen Betrachtungsebene gegenübergestellt.

²² Mittelwert = 594 Euro pro Meter

3.3.1 Systemdefinitionen

In diesem Bericht wird auf die Unterscheidung zentrale/dezentrale Systeme der Wasserver- und -entsorgung zurückgegriffen, weil dies vor dem Hintergrund einer technologischen Bewertung eine klare Abgrenzung zulässt.

Die Struktur des Netzes wird im folgenden Text unterschieden in:

- Zentral
- Semizentral
- Dezentral

Unterscheidung nach Funktionsmerkmal

- | | | | |
|---|---|-----------|---|
| ▪ Vollanschluss (externe Versorgung) | ⇒ | zentral | ↕ |
| ▪ Teilanschluss (semi-externe Versorgung) | | | |
| ▪ autark/autonom (Eigenversorgung) | ⇒ | dezentral | |

oder aber auch vor dem Hintergrund neuerer Entwicklungen vor allem zur dezentralen Abwasserreinigung:

nach dem Grad der Stoffstromtrennung

- | | | | |
|---|---|-----------|---|
| ▪ Keine Trennung der Stoffströme (Mischkanal) | ⇒ | zentral | ↕ |
| ▪ Teiltrennung (Regenwasser, Schmutzwasser) | | | |
| ▪ Weitergehende Trennung (Gelbwasser, | | | |
| ▪ Grauwasser, Schwarzwasser etc.) | ⇒ | dezentral | |

Neben der o.g. Systematik können auch räumlich abgegrenzte Teilnetze im Sinne semi-zentraler Ver- und Entsorgungseinheiten definiert werden.

Zentrale Systeme

Das Infrastruktursystem der Wasserver- und Abwasserentsorgung in Deutschland basiert auf einer zentralistischen Grundkonzeption. Die Strukturen haben sich seit dem 19. Jahrhundert regional unterschiedlich entwickelt. Seit dem 20. Jahrhundert agieren Fernversorger vorrangig als Bereitsteller von Wasser.

Tabelle 7: Systemkriterien der zentralen Wasserver- und Abwasserentsorgung*

<i>Begriffe</i>	
▪ Wasser:	Trinkwasser
▪ Abwasser:	Regenwasser, Schmutzwasser, Fremdwasser
<i>Transport</i>	
▪	Freispiegelleitungen und Druckleitungen, Vakuum
<i>Behandlung (vgl. Systemkriterien der dezentralen Wasserver- und -entsorgung)</i>	
<i>Funktionsprinzip:</i>	
▪ physik./mech.:	z.B. Filtration, Sedimentation, UV
▪ biologisch:	z.B. Belebung, Tropfkörper
▪ chemisch:	z.B. Ozon, Chlor, Fällung, Flockung)
<i>Anlagentyp/Bauweise:</i>	
▪ Anlagen:	zentral, meist großvolumig
▪ Netze:	starr

*Quelle: Nach Rudolph/Schäfer 2001.

Die Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung erfolgen in der Regel in zentralen Anlagen. Die Verteilung von Wasser und die Sammlung des Abwassers finden in zum Teil weit verzweigten Leitungs- und Kanalnetzen statt.

Der zentrale Wasserver- und Abwasserkreislauf

Im zentralen Wassernutzungssystem wird Frischwasser aus der wasserführenden Schicht gepumpt oder aus dem Grundwasser entnommen, aufbereitet und mittels Rohrleitungen an die VerbraucherInnen in ausreichender Menge und geforderter hoher Qualität zugeführt. Bei den Verbrauchern entsteht durch die Nutzung Abwasser. Gemeinsam mit dem Niederschlagswasser wird das Abwasser in die Schwemmkanalisation eingeleitet. Die Abwasserreinigung findet anschließend in einer zentralen Kläranlage statt. Das gereinigte Abwasser wird dann in einen Vorfluter eingeleitet.

Dennoch bedient sich die zentrale Abwasserentsorgung einer kostengünstigen Ver- und Entsorgungstechnik. Weitere Vorteile sind die Vermeidung fäkalienbezogener Krankheiten, die Verhinderung von Überschwemmungen von Siedlungen bei Regenereignissen, eine effiziente Überwachung und klar geregelte Zuständigkeiten.

Dieses System wurde ständig weiterentwickelt und dem Bedarf gegebenenfalls angepasst und optimiert, doch ist es im Hinblick auf die bevorstehenden massiven Veränderungen unter Kriterien der Nachhaltigkeit neu zu diskutieren. Aus ökologischer und ökonomischer Sicht weist dieses zentrale System Mängel auf. Beispielsweise die Beschleunigung und Verkürzung des Wasserkreislaufes oder die teilweise überdimensionierte aufwendige Infrastruktur stellen dieses Konzept in Frage.

Die bei der Planung zugrunde gelegten Annahmen eines ständig wachsenden Wasserverbrauchs sind in Deutschland nicht eingetreten. Vielmehr ist der Bedarf kontinuierlich zurückgegangen, so dass das Versorgungsnetz zum Teil überdimensioniert ist. Hier besteht derzeit ein großer Anpassungsbedarf, den das zentrale System der Ver- und Entsorgung als ein konzeptionell sehr starres System nur bedingt leisten kann.

Nachteile der zentralen Abwasserentsorgung (Wilderer/Paris 2001):

- Vermischung aller Abwässer;
- hoher Wasserverbrauch (als Transportmittel):
- Schadstoffbelastung der Oberflächengewässer führt zu einem zunehmenden Aufbereitungsaufwand für die Trinkwassergewinnung bzw. müssen Fernwasserversorgungssysteme in Betracht gezogen werden;
- offenes Durchflusssystem (Keine direkte Wiederverwendung des gereinigten Abwassers);
- Risiken bestehen hinsichtlich der Klärschlammnutzung in der Landwirtschaft. Zusätzlich steigen die Anforderungen an den zulässigen Schadstoffeintrag im Boden. Eine thermische Verbrennung des Klärschlammes ist in jedem Fall mit höheren Kosten verbunden.
- hohe Transport- und Behandlungskosten;
- Unflexibilität des gesamten Systems (geringe Anpassungsfähigkeit an Veränderungen).

Darüber hinaus gibt es auch noch weitere nennenswerte Nachteile bzw. Probleme:

- Der Kostenanteil für den Transport über Rohrleitungen und Kanäle ist relativ hoch (oft höher als die Kosten der eigentlichen Gewinnung bzw. Aufbereitung).
- Die hohe Fixkostenbelastung, die durch den Kapitaldienst verursacht wird.
- Geringe bauliche Anpassungsfähigkeit der Anlagen vor allem aus finanzieller Sicht, wo es technisch noch möglich ist. Das Leitungsnetz ist bezüglich seiner Anpassungsfähigkeit ein sehr starres System, so dass Veränderungen im Verbrauch nur im Rahmen technischer Funktionsgrenzen ausgeglichen werden können. Und eine ausreichende Auslastung, d.h. ein entsprechender Wasserverbrauch (Metermengenwert), ist eine wichtige Bedingung für ein funktionierendes zentrales System. Anreize zum Wassersparen sind in diesem Zusammenhang nur begrenzt volks- und betriebswirtschaftlich sinnvoll.
- Die Mischung unterschiedlicher Abwasserteilströme bei der Abwasserentsorgung mit Schwemmkanalisation, vor allem im Mischsystem, erfordert einen Mehraufwand in den nachgeschalteten Kläranlagen. Die dort eliminierten Nährstoffe können allenfalls über den „Umweg“ des Klärschlammes verwertet werden.

Die *Vorteile der zentral ausgerichteten Systeme*, eine zentrale Wasserversorgung über Druckleitungsnetze und zentrale Abwasserentsorgung über die Schwemmkanalisation, sind:

- hohe Sicherheit,
- hoher Nutzungskomfort,
- geringer Betriebsaufwand,

- langjährige Erfahrungen,
- Economy of scale.

Dezentrale Systeme

Im Gegensatz zu den zentralen werden bei dezentralen Systemen eher semizentrale bzw. dezentrale Strukturlösungen bis hin zu völlig autonomen Lösungen für Einzelobjekte verfolgt.

Tabelle 8: Systemkriterien der dezentralen Wasserver- und Abwasserentsorgung*

<i>Begriffe</i>		
▪ Wasser	=	Trinkwasser + Brauchwasser
▪ Abwasser	=	Regen- + Grau- + Braunwasser ¹
<i>Transport</i>		
▪	Gefällekanäle, Druckleitungen, Vakuumsystem, LKW-Transport etc.	
<i>Behandlung (vgl. Systemkriterien der zentralen Wasserver- und -entsorgung)</i>		
<i>Funktionsprinzip</i>		
▪ physik./mech.:	z.B. Filter, UV;	
▪ biologisch:	z.B. Belebung, Tropfkörper;	
▪ chemisch:	z.B. Ozon, Chlor	
<i>Anlagentyp/Bauweise</i>		
▪ kompakt:	z.B. Containeranlage	
▪ großvolumig:	z.B. Teichanlage	

*Quelle: Nach Rudolph/Schäfer 2001.

1 Braunwasser = Fäkalien und Urin

Unter den dezentralen Verfahren zur Abwasserreinigung werden im Allgemeinen Kleinkläranlagen²³ und kleine Kläranlagen²⁴ verstanden, die auf einer dezentralen oder semi-zentralen Ebene die Abwasserbehandlung durchführen. Ihre Bedeutung für den Gewässerschutz wird deutlich, wenn man bedenkt, dass ihre Gesamtzahl einschließlich abflussloser Sammelgruben im Jahre 1996 von Otto (Otto, 2000) auf 2,2 Mio. geschätzt wurde. Langfristig wird mit einem Bestand von 1,3 Mio. Anlagen gerechnet (Otto, 2001 zitiert in Rothenberger 2003). Waren dezentrale Anlagen ursprünglich als Übergangslösung vor einem Anschluss an eine zentrale Kläranlage gedacht (Rothenberger 2003: 80), zeichnet sich, nicht zuletzt aufgrund der hohen Investitionskosten in ein langes Kanalisationsnetz, eine Änderung ihres Status hin zu einer Dauerlösung ab. Manifestiert wurde dies nicht zu-

23 Kleinkläranlagen sind definiert über einen die Behandlung eines Abwasseranfalls von maximal 8 m³/d oder das Abwasser von maximal 50 angeschlossenen Einwohnern.

24 Kleine Kläranlagen sind Abwasserreinigungsanlagen die mehr als 8 m³ Abwasser pro Tag reinigen, an die jedoch weniger als 1000 Einwohner angeschlossen sind.

letzt in den Förderprogrammen von Mecklenburg und Brandenburg, die die Ertüchtigung alter Anlagen zur Verbesserung der Ablaufwerte sowie den Neubau von Kleinkläranlagen unterstützen.

Kennzeichnend für dezentrale Anlagen ist mittlerweile eine hohe Vielfalt naturnaher und technischer Reinigungsverfahren, die heutzutage weitaus mehr als einen einfachen Abbau von Kohlenstoffverbindungen leisten können. In Pilotprojekten wird darüber hinaus gezeigt, welche Möglichkeiten einer teilstromorientierten Abwasserbehandlung existieren. Insgesamt sind viele Verfahrenskombinationen von einer einfachen Reinigung in Mehrkammergrube oder Emscherbrunnen bis hin zu ausgefeilten Vakuum-Biogas-Konzepten²⁵ möglich. Diese in ihrer gesamten Komplexität und hinsichtlich ihrer Zuordnung zu dezentralen oder semi-zentralen Systemen vorzustellen ginge zu weit und so werden im Folgenden lediglich grundlegende Verfahren, Technologien und Konzepte vorgestellt, um eine anschließende Bewertung zu ermöglichen.

In den letzten Jahren sind dezentrale Systeme für den Wassersektor sowohl technologisch als auch ökonomisch immer weiter verbessert und zur Anwendungsreife gebracht worden.

Mögliche Gründe für ein steigendes Anwendungspotenzial dieser Systeme sind:

- Der Fortschritt neuer Technologien (Membrantechnik, PLS, Fernwirktechnik, RW-Versickerung, Kompostierung, O3/UV, Transportsysteme) fördert die Entwicklung weiterer Alternativen, von der einfachen Regenwassernutzung über Kleinkläranlagen bis hin zu aufwendigen Wasserkreislaufsystemen.
- Die Restanschluss-Kostenprogression: In dezentralen Siedlungsstrukturen und Außengebieten ist eine Zentralkanalisation oft viel zu teuer.
- Bevölkerungsentwicklung (v.a. Rückgang, aber auch vereinzelt Wachstum) haben direkte Auswirkungen auf das Funktionieren öffentlicher Infrastruktur.

Bestandteil aktueller Entwicklungen sind zum einen neue Technologiekonzepte wie die Membrantechnologie und wassersparende Installationen, zum anderen aber auch Veränderungen und Erweiterungen des bestehenden Systems hin zu semizentralen oder dezentralen Konzepten mit Abtrennung und Recycling von Teilströmen (Nährstoff- und Grauwasserrecycling, Energiegewinnung).

25 Z.B. umgesetzt in Lübeck-Flintbreite, vgl. hierzu Otterpohl 2000 in Weigert 2000 oder auch die von Hiessl 2003 untersuchten Szenarien

4. Entwicklungsoptionen für Transformationsprozesse

Grundsätzlich bestehen vor allem aus technischer Sicht mehrere Entwicklungsoptionen, die überwiegend in der Siedlungswasserwirtschaft dominierenden zentralen Wasser- und Abwassersysteme, die ganz grob unterschieden zu einem Beibehalten der vorhandenen Systeme oder einem schrittweisen Systemwechsel führen. Diese lassen sich in Stichworten wie folgt darstellen:

- Beibehaltung der gegenwärtigen Strukturen durch Sanierungsverfahren wie Reparatur, Renovierung, Erneuerung, ggf. auch Rückbau (vgl. Kap. 4.1),
- Umbau der gegenwärtigen Strukturen durch schrittweisen und auf Teilräume bezogenen Systemwechsel (vgl. Kap. 4.2).

4.1 Sanierung zentraler Systeme

Eine intakte Infrastruktur zur Wasserver- und Abwasserentsorgung unserer Städte und Gemeinden ist die Grundvoraussetzung für die (wirtschaftliche) Leistungsfähigkeit der Bundesrepublik Deutschland. Neben den Überlegungen zu Neubau bzw. eventuell einem Systemwechsel ist die „Substanzerhaltung und Verbesserung der Wasserrohrnetze ... aus technischer und hygienischer, wie aus betriebswirtschaftlicher Sicht unerlässlich. Durch Sanierung und Erneuerung/Rehabilitation sind Rohrnetze instand zu halten, Wasserverluste zu senken und Schäden zu reduzieren“ (Roscher 2000).

Unter dem Begriff Sanierung werden laut DIN EN 752-1 alle Maßnahmen zur Wiederherstellung oder Verbesserung von vorhandenen Entwässerungssystemen verstanden. Bei schadhaften Kanälen und Bauwerken, die nicht außer Betrieb genommen werden können, ist eine Sanierung unbedingt erforderlich, wenn:

- der Verschleiß der Leitung soweit fortgeschritten ist, dass eine Schadensgrenze erreicht, ab der die Funktionsfähigkeit in Frage gestellt ist;
- durch nicht geplante, zufällige Einwirkungen, Störung oder Ausfall, so dass eine unbeabsichtigte Unterbrechung der Funktionsfähigkeit eintritt.

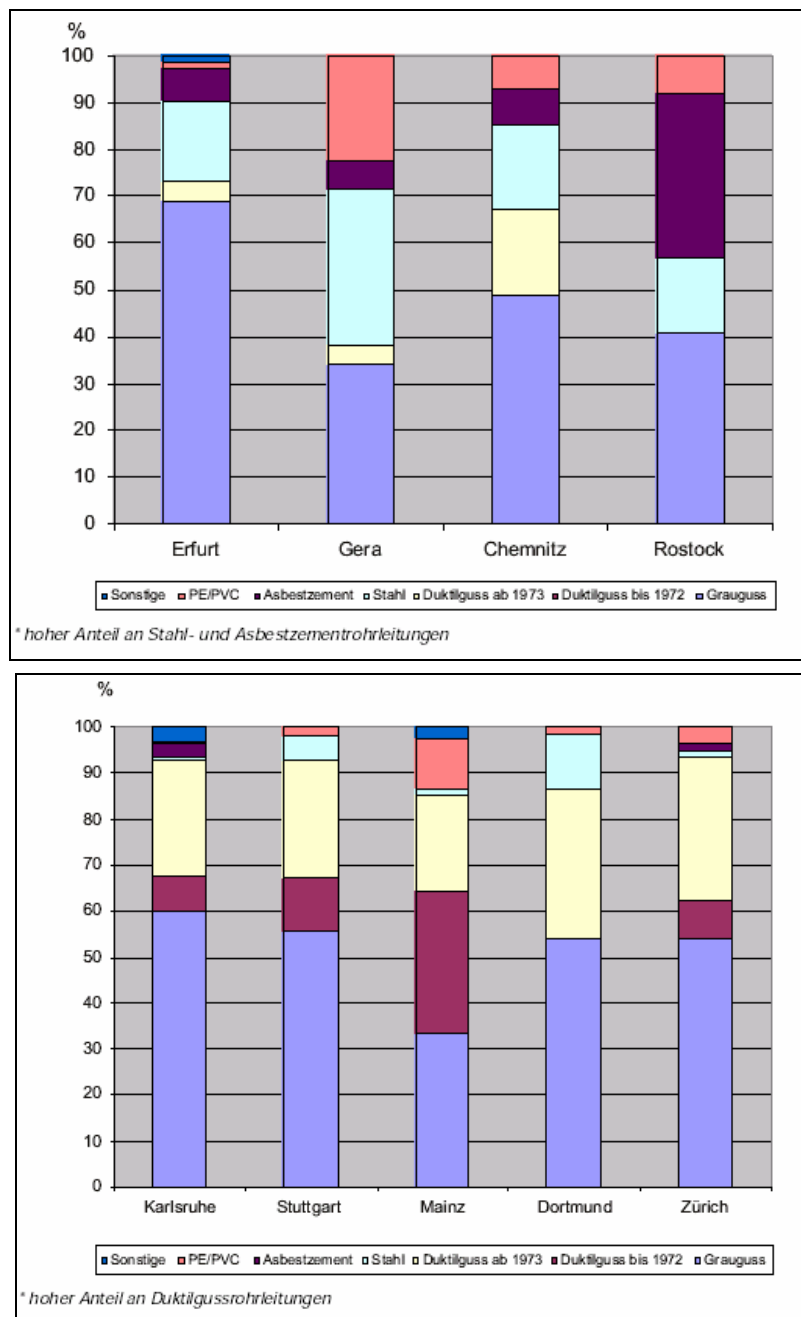
Bei Unterlassung von Maßnahmen zur Behebung der Schäden, kann es zum Ausfall sowie zu weiteren gravierenden Auswirkungen kommen. Nicht nur die Umwelt, Entsorgungssicherheit und Verkehr sind dann davon betroffen, vor allem ist auch der volkswirtschaftliche Schaden von Interesse. In Deutschland werden Schadensbehebungen häufig noch nach der so genannten Feuerwehrstrategie betrieben. So werden Sofortmaßnahmen meist nicht öffentlich ausgeschrieben, was mit höheren Kosten als im Normalfall verbunden ist.

In Deutschland wird durch ein öffentliches Leitungs- und Kanalnetz eine sichere Wasserver- und Abwasserentsorgung gewährleistet. Um die ständige Verfügbarkeit von Trinkwasser in hervorragender Qualität weiterhin sicher zu stellen, ist die Option der Sanierung und Erneuerung bzw. Rehabilitation der Wasserver- und Abwasserentsorgungsnetze zu prüfen, bevor die Option eines Systemwechsels diskutiert wird. Die Instandhaltung der Netze ist und bleibt eine Daueraufgabe der Wasserversorgungsunternehmen.

Dennoch sind die stadttechnischen Versorgungssysteme in den Städten und Gemeinden sehr differenziert zu beurteilen (vgl. Kap. 3.2). Sie stehen in engem Zusammenhang mit der Stadtstruktur. Stadterweiterungen in den vergangenen Jahren haben zu einem Rück-

gang der Bevölkerungsdichte in den Innenstädten und einer Netzerweiterung der städtischen Versorgung in die Fläche geführt. Dabei bestehen deutliche regionale Unterschiede, die sowohl auf das Angebot der Rohrhersteller als auch auf die unterschiedliche Entwicklung in den beiden Teilen Deutschlands in der Zeit von 1945 bis 1989 zurückzuführen sind. Auch hat die Zunahme der befestigten Flächen durch den ruhenden Verkehr und der Regenwasserabflussmengen Einfluss auf die Netze.

Abbildung 33: Zeitliche Entwicklung des Rohrmaterialbestandes in ost- und westdeutschen Städten sowie Zürich*



*Quelle: Roscher 2000.

Erhebungen zeigen, dass die Kanalnetze teilweise starke bauliche Mängel aufweisen bzw. in einigen Regionen überdimensioniert sind, durch Undichtigkeiten sind Grundwasser- und Bodenkontaminationen zu befürchten. Laut Stein existieren bundesweit ca. 1,2 Mio. schadhafte Schächte im öffentlichen Bereich, die durch eindringendes Fremdwasser und austretendes Schmutzwasser stets zu Verschmutzungen führen (Stein 1995). Die häufigsten Schadensbilder stellen schadhafte Anschlüsse und Risse dar, Rohrbruch/Einsturz und mechanischer Verschleiß kommen deutlich seltener vor. Schadhafte Kanäle und Anlagen widersprechen den Vorgaben an die Abwasserbeseitigung, den Betrieb von Abwasseranlagen und des Grundwasserschutzes. Schadensquoten von bis zu 25 Prozent (Altbundesländer) bzw. bis zu 55 Prozent (Neubundesländer) im öffentlichen und bis zu 50 Prozent im privaten Bereich lassen die Dringlichkeit einer dauerhaften kostengünstigen Sanierung vor dem Hintergrund zu erwartender immenser Investitionen deutlich werden (Dilg 1999). Rechtliche und technische Rahmenbedingungen sind in Verordnungen zur Eigenkontroll- und Selbstüberwachung (in den meisten Bundesländern vorhanden) sowie in technischen Regelwerken verankert.

Zudem unterliegen die Anlagen zur Wasserverteilung und Abwassersammlung natürlichen Alterungsprozessen und der damit verbunden physischen Veränderung der Materialien sowie äußeren und inneren Beanspruchungen, aufgrund derer die Dichtheit nicht auf Dauer gewährleistet ist. Die Folge ist, dass jährlich große Wassermengen der geförderten und aufbereiteten Menge verloren gehen.

Aus ökonomischer Sicht verursachen diese Verluste sowie auch Sach- und Personenschäden durch unkontrollierte Leckagen enorme Kosten für die Versorgungsunternehmen, welche diese Ausgaben wiederum auf den Wasserpreis umlegen. Aus ökologischer Sicht dagegen ist zwar in Deutschland noch genügend Trinkwasser vorhanden, doch müssen große Versorgungsgebiete mit hoher Bevölkerungsdichte das Wasser aus entfernten Quellen beziehen, um nicht ganze Regionen trocken zu legen und der natürlichen Vegetation durch Grundwasserabsenkungen die Lebensgrundlage zu entziehen. Schließlich kann nur ein durch Überwachung in einem optimalen Zustand gehaltenes Versorgungsnetz die Grundsätze der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung – ausreichende Menge, einwandfreie Beschaffenheit, mit erforderlichem Druck – erfüllen. Doch neben diesen allgemeinen Anforderungen an das Wasserrohrnetz stehen immer öfter Fragen über die Wasserqualität im Vordergrund.

Dieser zum großen Teil schadhafte Zustand des bestehenden Ver- und Entsorgungsnetzes verursacht eine zunehmende Steigerung des Anteils von Maßnahmen der Schadensbehebung am gesamten Investitionsvolumen der Kommunen, vor allem im Abwasserbereich. Gerade angesichts der angespannten Finanzsituation der Städte und Gemeinden, ist der Wunsch nach jeglicher Minimierung dieser Investitionskosten stärker denn je. Das Wissen über die unterschiedlichen Sanierungsverfahren und die Entscheidung für ein bestimmtes ist nicht nur unter den IngenieurInnen, sondern auch auf der Auftraggeberseite in den Verwaltungen der Städte und Gemeinden diesbezüglich zwingend notwendig. Diese unterscheiden sich nicht nur in der Lebensdauer und Qualität sondern vor allem auch in den Folgekosten.

Ferner hat der Zustand der Rohrnetze auch beträchtliche Auswirkungen auf das Image der Versorgungsunternehmen. Allerdings macht sich ungenügende Instandhaltung erst mit Zeitverzug bemerkbar.

Aufgrund dieser Situation sind sowohl die Schadensbehebung an bestehenden Kanalisationen als auch der Neubau von Abwasserkanälen und -leitungen eine der großen Um-

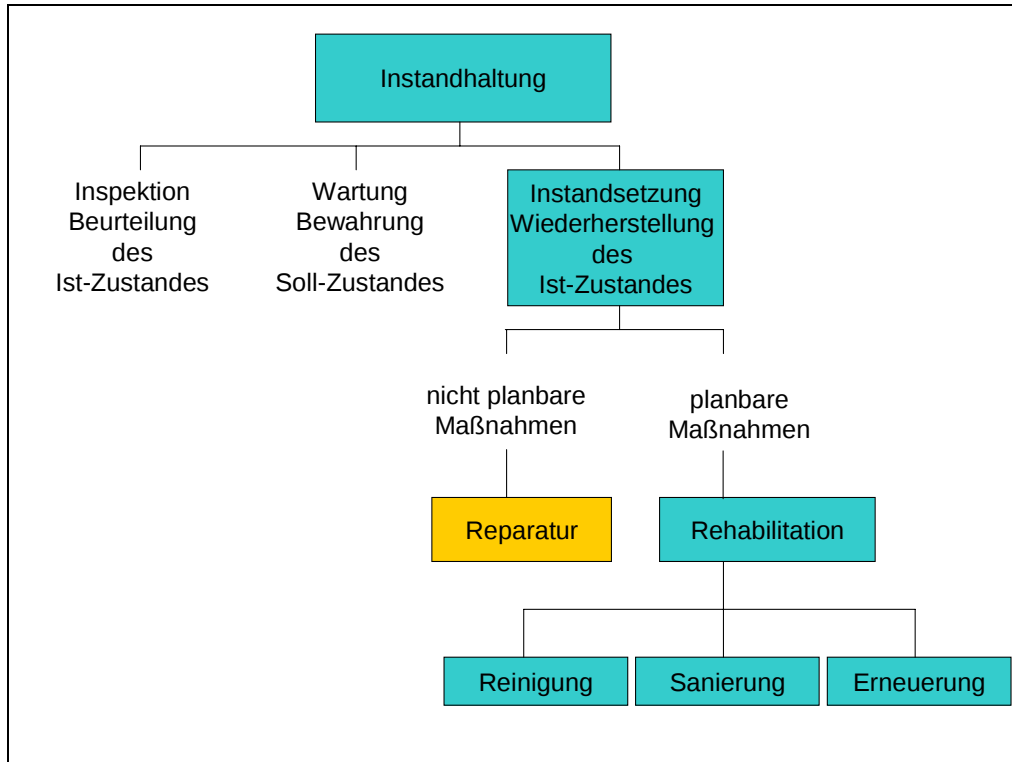
weltschutzaufgaben Deutschlands für die nächsten Jahrzehnte. Ziel dieser Maßnahmen muss es sein, funktionsfähige und dauerhafte Kanalnetze zu schaffen, die darüber hinaus leicht bzw. „günstig“ instand zu halten sind. Besonders das immense Investitionsvolumen fordert die Entwicklung von Sanierungsstrategien, um den größtmöglichen Nutzen bei gleichzeitiger Minimierung finanzieller Aufwendungen zu erzielen.

Eine Einhaltung dieser Forderungen ist in vielen Fällen dennoch nicht möglich. Abgesehen von den Hinweisen der Europeanorm „Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Sanierung“ (DIN EN 752-5) gibt es für die Sanierung von Ver- und Entsorgungssystemen keine allgemein anerkannten Regeln der Technik. Um dieses Ziel erreichen zu können, bedarf es einer bau- und entwässerungstechnischen Gesamtbetrachtung der Kanalisation, einschließlich des privaten Bereichs, ganz entgegen der bisherigen Praxis, wo kritiklos der Sollzustand wiederhergestellt wurde. Alle erdverlegten Kanäle (Anschlusskanäle und Grundleitungen) sowie die Realisierung neuer Kanalisationskonzeptionen, insbesondere im Rahmen größerer innerstädtischer Erneuerungsmaßnahmen, sollten Betrachtungsgegenstand sein. Vor diesem Hintergrund sind zukünftig alle auf dem Markt befindlichen Verfahren und moderne, langlebige Materialien zur Schadensbehebung zu betrachten. Ziele der Sanierung müssen zum einen technische Kriterien wie die Verhinderung von ein- und ausdringendem Wasser und die Vermeidung von Korrosionsschäden erfüllen, aber auch die Sicherheit beim Einstieg in den Schacht gewährleisten. Zur Entscheidungsfindung müssen weitere Aspekte wie der Rückgang des Wasserverbrauchs und demnach der des anfallenden Abwassers bei einer erforderlichen Neudimensionierung sowie die Sicherung des Löschwasserbedarfs und der Austausch veralteter Armaturen berücksichtigt werden. Beispielsweise angesichts des rückläufigen Wasserverbrauchs muss auch die hydraulische Dimensionierung von Rohrnetzteilen neu hinterfragt werden, da diese oft nicht vom Verbrauch sondern vom Löschwasserbedarf beeinflusst wurde.

4.1.1 Übersicht über die Sanierungsverfahren

Als mögliche Lösungsansätze können hydraulische, umweltrelevante oder bauliche Aspekte in Betracht gezogen werden. Die möglichen Instandhaltungsverfahren können in drei Hauptgruppen mit jeweils zahlreichen Untergruppen untergliedert werden: Inspektion, Wartung und Instandsetzung. Bei der Instandsetzung wird schließlich zwischen planbaren und nicht planbaren Maßnahmen unterschieden.

Abbildung 34: Instandhaltung*



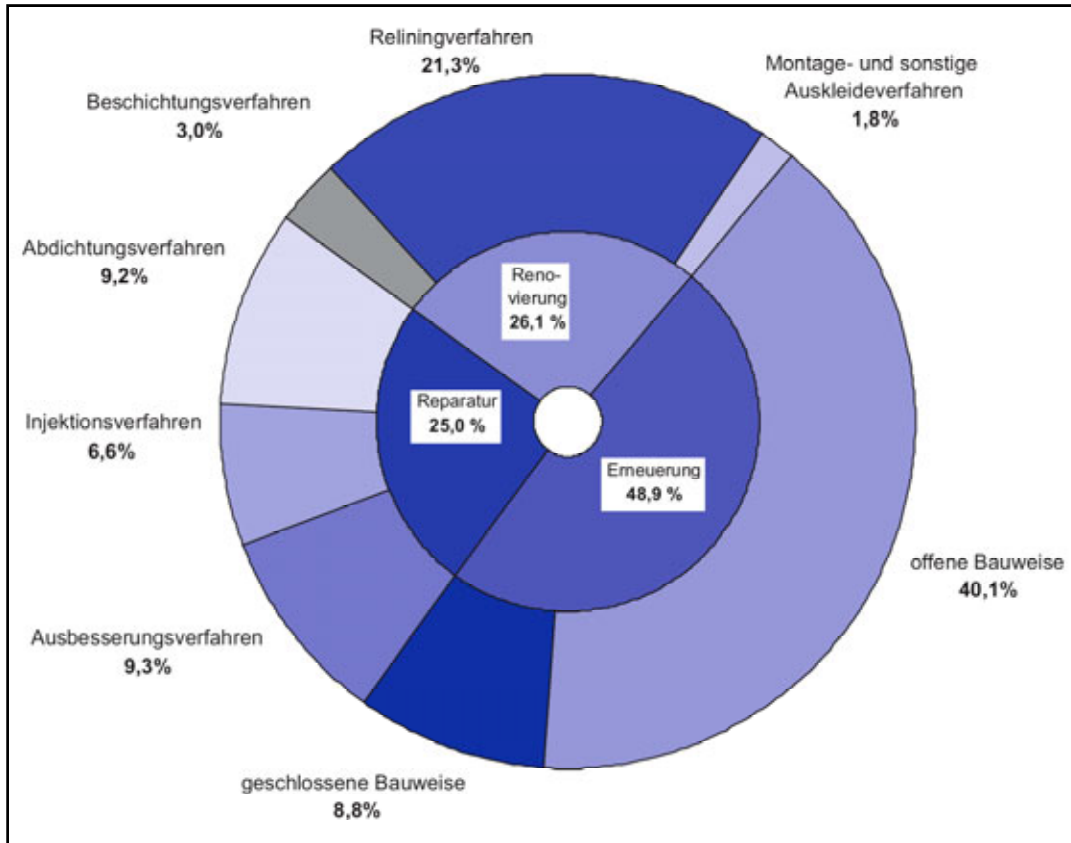
*Quelle: Nach Hirner 1998.

Weitergehend unterteilt die DIN EN 752-5 die baulichen Sanierungsverfahren in drei Hauptgruppen: Reparatur – Renovierung – Erneuerung.

- Reparatur: Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden.
- Renovierung: Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz.
- Erneuerung: Herstellung neuer Leitungen und Kanäle in bisheriger oder geänderter Streckenführung, wobei die neuen Anlagen die Funktion der ursprünglichen Leitungen und Kanäle mit einbeziehen.

Für jede dieser Gruppe stehen zahlreiche Verfahren zur Verfügung, die in der folgenden Übersicht gezeigt werden. Daneben existieren noch Möglichkeiten der hydraulischen Sanierung.

Abbildung 35: Übersicht und Verteilung der Sanierungsverfahren 2004



*Quelle: Berger/Lohaus 2004.

Reparatur als Sanierungsverfahren

■ Ausbesserungsverfahren

Ausbesserungsverfahren dienen zur örtlich begrenzten oder abschnittswisen Ausbesserung oder zum Ersatz von Rohren bzw. Bauwerksteilen zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit, statischen Tragfähigkeit sowie der Wasserdichtheit.

■ Injektionsverfahren

Unter Injektion wird das Einbringen von Injektionsmittel in Risse und Hohlräume unter Druck über Einfüllstutzen verstanden. Im vorliegenden Fall handelt es sich um Maßnahmen zur örtlich begrenzten Abdichtung oder Verfestigung von Lockergestein in der Leitungszone, von Rohrverbindungen oder Rissen und Poren in Rohren oder Bauteilen mit oder ohne Einbeziehung des Lockergesteins in der Leitungszone sowie zur Verfüllung von Hohlräumen im umgebenden Baugrund.

■ Abdichtungsverfahren

Unter Abdichtungsverfahren versteht man örtlich begrenzte Maßnahmen zur Wiederherstellung der Wasserdichtheit und ggf. zur Stabilisierung der Tragfähigkeit. Man unterscheidet zwischen Abdichtung von innen und von außen.

Renovierung als Sanierungsverfahren

Bei örtlich begrenzten Schäden sprechen vorwiegend wirtschaftliche Gründe eher für eine Reparaturmaßnahme. Jedoch bei an derselben Stelle wiederholt auftretende und umfangreiche Schäden, bei denen Reparaturmaßnahmen nicht mehr möglich sind, können sowohl durch Renovierung als auch durch Erneuerung behoben werden.

Wenn eine Renovierung beim Vergleich der Baukosten mit denen einer zurzeit noch überwiegend praktizierten Erneuerung in offener Bauweise zunächst wirtschaftlich nicht vertretbar erscheint, können sonstige Kriterien für die Wahl eines Renovierungsverfahrens maßgebend sein:

- keine oder nur kleine Baugrube,
- kürzere Bauzeit,
- Reduzierung der Verkehrsbeeinträchtigung und anderer indirekter Kosten,
- kreuzende oder parallel laufende Ver- und Entsorgungsleitungen,
- erhaltenswerter Bewuchs oder Oberflächenbelag,
- Vermeidung von Grundwasserabsenkungen (Stein 1999).

Erneuerung als Sanierungsverfahren

Das Erneuerungsverfahren nach DIN EN 752-5 erfolgt immer mindestens haltungsweise in:

- offener Bauweise,
- halboffener Bauweise oder
- geschlossener Bauweise.

Eine Erneuerung nach ATV-M 143 Teil 1 erfolgt alternativ zur Renovierung bei wiederholt auftretenden Schäden, dann, wenn eine Reparatur nicht mehr möglich ist. Kann somit eine hydraulische Überlastung oder eine Querschnittsreduzierung durch Renovierungsmaßnahmen nicht mehr toleriert werden oder ist ein hydraulisch größerer Abflussquerschnitt erforderlich, bleibt als einzige Sanierungsmaßnahme nur die Erneuerung übrig.

Da die Erneuerung von Abwasserleitungen und -kanälen in einer anderen Linienführung prinzipiell mit einer Neuverlegung vergleichbar ist, wird nachfolgend nicht auf die diesbezüglichen Verfahren der offenen, halboffenen und geschlossenen (grabenlose) Bauweise eingegangen. Im Erneuerungsfall kann der Altkanal möglicherweise während der Baumaßnahmen für die Vorflut genutzt werden. Nach Verlegung der neuen Leitung sind alle Anschlusskanäle an diese anzuschließen.

Leitungsrückbau

Das Verfahren des Leitungsrückbaus zählt nicht zu den üblichen, bereits oben erläuterten Sanierungsverfahren von Leitungen und Kanälen, dennoch wird sie in Zukunft zu einer der wichtigen Anpassungsmaßnahmen der im Untergrund liegenden Infrastruktursysteme.

Wird ein außer Betrieb genommener Kanal nicht entfernt, so stellt dieser einen gefahrenträchtigen Hohlraum im Untergrund dar, der nach DIN 1986 Teil 1 zu sichern bzw. nach ATV-A 139 in der Regel zu verfüllen ist. Dabei ist die spätere Nutzung der Kanaltrasse zu berücksichtigen, d.h. bei einer etwaigen späteren Freilegung muss der Kanal mit nicht zu

großem Aufwand entfernt werden können. Nach dem derzeitigen Stand der Technik kommen folgende Verfüllverfahren zum Einsatz:

- Verfüllung mit Spezial-Verfüllmörtel (z.B. Dämmert mit $b D = 0,2-0,5 \text{ N/mm}^2$) oder Porenleichtbeton,
- Verfüllung mit Fließbeton (insbesondere für kleinere Nennweiten geeignet),
- Zuspülen mit Sand oder Kiessand,
- Verblasen von Kies.

Die Verfüllung soll möglichst hohlraumarm erfolgen und beginnt in der obersten Schachthaltung, damit das Überschusswasser ablaufen kann. Es sind ausreichend Füll- und Entlüftungsstutzen vorzusehen. Größere Kanalquerschnitte sind zweckmäßigerweise in zwei Arbeitsgängen zu verfüllen, wenn fließfähiger Füllstoff verwendet wird, wobei im ersten Arbeitsgang 80-90 Prozent des Hohlraumes verfüllt werden. Außer Betrieb genommene, nicht entfernte Kanäle sind nach ATV-A 139 im Kanalkataster zu belassen (mit einem Hinweis über die Art des Verschlusses oder der Verfüllung).

4.1.2 Technische und ökonomische Rahmenbedingungen im Entscheidungsprozess

„Da Erscheinungsbild, Ausmaß und Ursache der Schäden, aber auch die leitungsspezifischen Randbedingungen in Kanalisationen sehr unterschiedlich sind, kommt deshalb der richtigen Wahl des im jeweiligen Anwendungsfall einzusetzenden baulichen Sanierungsverfahrens eine große Bedeutung zu“ (Stein 1999).

Die Entscheidung über das anzuwendende Verfahren hängt in starkem Maße ab:

- vom Zustand vorhandener Rohrleitungen,
- vom Druckbereich,
- vom erforderlichen Durchmesser,
- vom Rohrmaterial,
- von der Wasserqualität,
- von den Einzugsängen,
- von den Hausanschlüssen und
- von den Einbauten im Rohrnetz.

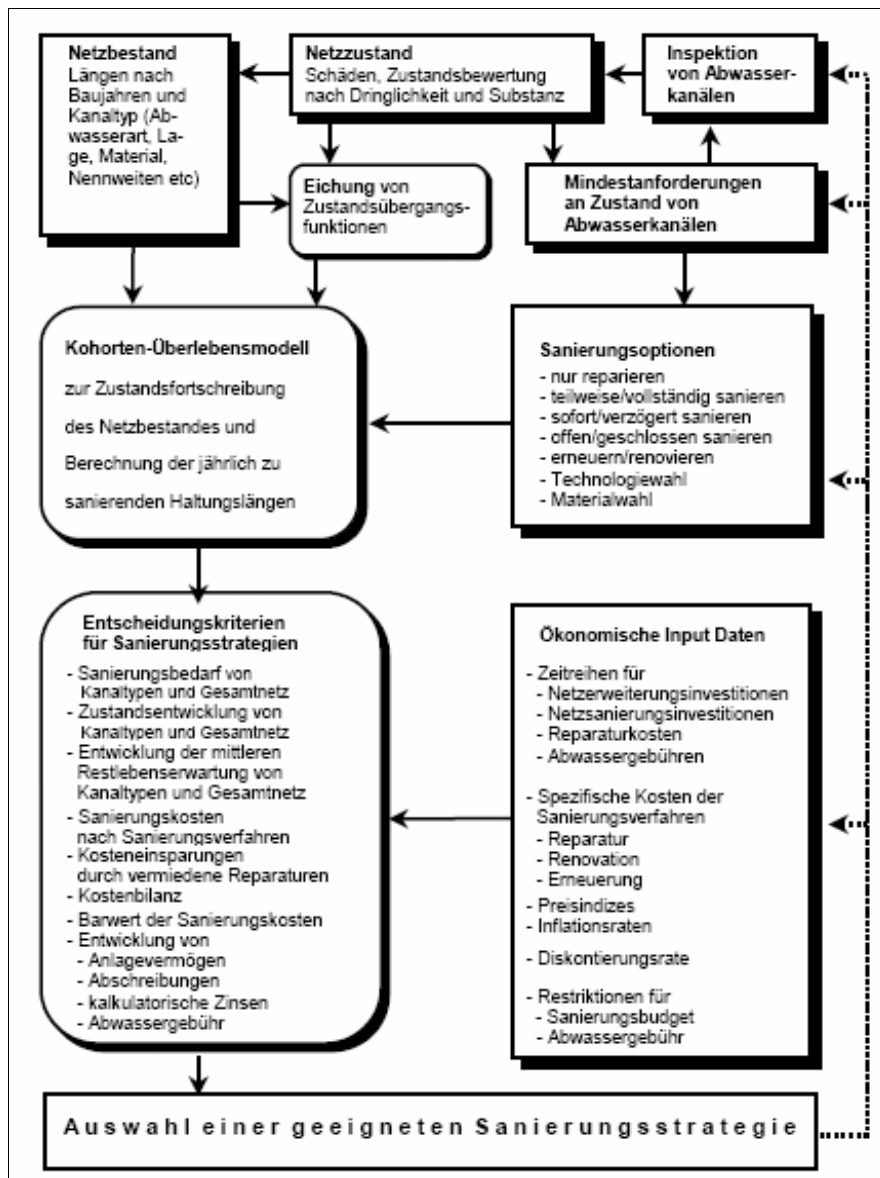
Eine entsprechende ingenieurmäßige Vorplanung ist immer eine wichtige Voraussetzung.

All diese Verfahrensoptionen weisen Vor- und Nachteile auf sowie Restriktionen zum Einsatz dieser Verfahren. Neben den baulichen Sanierungsverfahren sollte nach heutigem Kenntnisstand noch das Verfahren zum Leitungsrückbau ergänzt werden. Unter allen möglichen Rahmenbedingungen gibt es im Vergleich der Verfahren keines, das gleichermaßen technisch und wirtschaftlich sinnvoll einsetzbar ist (Stein 1995). Einsatzbegrenzungen und weitere Schwierigkeiten nehmen mit geringer werdender Nennweite der Kanäle und steigender Anzahl von Anschlusskanälen innerhalb der Haltung (Kanalabschnitt zwischen zwei Einsteigschächten) merklich zu.

Dennoch steht jedes Unternehmen kurz- bis langfristig vor der Entscheidung über den Umgang mit dem vorhandenen Versorgungssystem – zwischen Sanierung oder Neubau. Eine Verschiebung des Entscheidungszeitpunktes, wie es derzeit in Deutschland oft betrieben wird, kann zwar zu ökonomischen Vorteilen für das Unternehmen führen, jedoch werden dann Faktoren wie Imageverlust, Folgeschäden und Verminderung der Betriebs-

sicherheit nicht mit berücksichtigt. Vor allem werden, so Roscher, zukünftig neben ökonomischen und technischen Gesichtspunkten auch ökologische und soziale Komponenten größeren Einfluss auf die Entscheidungsfindung ausüben (Roscher 2000).

Abbildung 36: Analyserahmen zur Erkundung von Sanierungsbedarf und Sanierungsstrategien für Abwassernetze*



*Quelle: Herz/Krug 2000.

Zur Vorbereitung eventueller Sanierungsmaßnahmen im Versorgungsnetz sowie zur Festlegung für ein bestimmtes Verfahren sind abgesehen von der Schadenserfassung (Art, Ursache, Schadensquote) Zustandsanalysen über das Leitungssystem notwendig, um alle möglichen Einflussfaktoren erfassen zu können. Kriterien wie Schadensumfang (örtlich begrenzt, örtlich begrenzt wiederholte und umfangreiche Schäden), die Notwendigkeit der

Vergrößerung der Abflusskapazität, die Möglichkeit einer technischen Veränderung, in besonderem Interesse die Wirtschaftlichkeit einer solchen Veränderung und letztendlich die Entscheidung, ob ein Weiterbetrieb erforderlich ist, sind bei der Auswahl der Verfahren maßgebend.

Die vielen Auswahlmöglichkeiten, unterschiedliche leitungsspezifische Randbedingungen sowie weitere Faktoren (Bebauung, Bewuchs, Verkehr) verdeutlichen die Notwendigkeit der Erarbeitung von Entscheidungshilfen. Die Herausforderung ist es, für konkrete Anwendungsfälle das jeweils bestmögliche Sanierungsverfahren unter der Berücksichtigung dieser vielen Faktoren, die sowohl verfahrenstechnisch, ökologisch, ökonomisch und rechtlich bestimmt sind, zu suchen²⁶. Ein systematisches Abwägen der Vor- und Nachteile der verschiedenen Sanierungsstrategien mit Berücksichtigung der vorhandenen Rahmenbedingungen und jeweiligen Zielstellungen ist die beste Voraussetzung für das Auswahlverfahren. Sowohl die Tatsache, dass Kanalsanierungen eine netzimmanente dauerhafte Aufgabe darstellen als auch die hohen Sanierungskosten erfordern langfristige Sanierungsstrategien und projektbezogene Wirtschaftlichkeitsprüfungen.

Kosten der Sanierungsverfahren

Aus der folgenden Abbildung aus der neuesten Umfrage der DWA aus dem Jahr 2004 können die Mittelwerte der spezifischen Kosten der jeweiligen Verfahren (je m) entnommen werden.

Abbildung 37: Investitionskosten je Meter Kanallänge*

		Investitionen [€]	Länge [km]	Umfang [-]	Kosten [je m]
Reparatur	2003	14.465.398	104,97	44	137,8 €
	2004 – 2009	98.033.800	876,27	39	111,9 €
Renovierung	2003	30.151.064	83,86	39	359,5 €
	2004 – 2009	237.023.050	992,58	41	238,8 €
Erneuerung	2003	174.364.576	170,66	61	1.021,7 €
	2004 – 2009	839.778.924	940,18	60	893,2 €
Gesamt	2003	163.349.638	236,14	45	691,8 €
	2004 – 2009	1.092.815.000	2595,74	50	421,0 €

*Quelle: Berger/Lohaus 2004.

Je nach Zustand und gewählter Sanierungsart für Kanalisationen fallen aber wesentlich größere Beträge für eine Instandhaltung an.

Leistungen zur Überwachung und Wartung von Grundstücksentwässerungsleitungen sind zur Werterhaltung dringend erforderlich. Zur Kontrolle der Eigenüberwachung von Grundstücksentwässerungsleitungen könnten Sachverständige eingesetzt werden und somit die öffentliche Verwaltung entlasten. Zusätzliche Kosten für die Betreiber von Grundstücksentwässerungsleitungen wirken sich dagegen eher nachteilig aus, so dass diese erst

26 Der „Leitfaden zur Auswahl von Bauverfahren für den Bau und die Instandhaltung erdverlegter Leitungen unter umweltrelevanten und ökonomischen Gesichtspunkten“ der Deutschen Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen (GSTT) gibt hierzu erste wichtige Hinweise.

dann von der Notwendigkeit einer Untersuchung zu überzeugen sind, wenn der notwendige Mittelaufwand für ihn auch mit einem finanziellen Nutzen verbunden ist. Das kann der Fall sein, wenn die Schäden im Kanalnetz eine Überlastung der Kläranlage durch infiltrierendes Grundwasser (Fremdwasser) nach sich ziehen. Oder aber, wenn die Funktionsfähigkeit der Entwässerungsanlage nicht mehr gegeben ist, oder bei schweren Schäden der Einsturz eines Bauwerks zu besorgen ist (Hagendorf 2003).

Nutzungsdauer der Sanierungsverfahren

Um eine langfristige Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen bewerten zu können, sind Kenntnisse hinsichtlich der zu erwartenden Lebensdauer von entscheidender Bedeutung. Hierzu fehlt es jedoch teilweise bisher an unabhängigen und wissenschaftlich untermauerten Aussagen sowie Faktoren, welche die Nutzungsdauer eines Schlauchliners gravierend beeinflussen. Für eine Neuverlegung von Abwasserkanälen verwenden Kommunen einen Abschreibungssatz von einem bis zwei Prozent, dieser entspricht einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 50 bis 100 Jahren (Braun 2005).

In den Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) von 2005 wird für neu verlegte Abwasserkanäle ein Zeitraum (werkstoffunabhängig) von 50 bis 80 Jahren, maximal 100 Jahre genannt, was ungefähr diesen verwendeten Abschreibungssätzen entspricht. Das Risiko einer zu großen Pauschalisierung führt doch meist zu Fehleinschätzungen und somit zu Fehlinvestitionen.

Erfahrungen über Nutzungsdauern von Reparatur- und Renovierungsverfahren sind zur Zeit noch sehr mangelhaft vorhanden, da die Standzeiten der Verfahren, die von Herstellern zugesagten Nutzungsdauern in der Regel noch nicht erreicht haben bzw. keine diesbezüglichen Untersuchungen angestellt wurden.

Die nachfolgenden geschätzten Nutzungsdauern für verschiedene Reparatur- und Renovierungsverfahren und für die geschlossene Erneuerung hat die Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhaltung von Leitungen (GSTT) veröffentlicht.

■ Reparatur

Roboterverfahren	40-50 Jahre
Partielle Inliner	10 Jahre
Partielle Injektionen	>10 Jahre

■ Renovierung

Schlauchrelining	50 Jahre
Troliningverfahren	50 Jahre
Rohrstrangverfahren	50 Jahre
Wickelrohrverfahren	50 Jahre
Kurzrohrrelining	50 Jahre

■ Erneuerung

Neuverlegung	50-80 Jahre
Berstlining	50-80 Jahre
Pipe-Eating	50-80 Jahre

4.1.3 Schlussfolgerung

Ein großer Teil der Ver- und Entsorgungsnetze in Deutschland bedarf einer dringenden Sanierung oder Erneuerung, welches immensen Kostenaufwand erfordert. Dennoch führt wirtschaftlicher Druck und stellenweise eine mangelnde Qualifikation bei der Auftragsvergabe, Bauausführung und -überwachung oft zu unbefriedigenden Ergebnissen bei der Sanierung oder einem Neubau. Neben technischen und wirtschaftlichen Faktoren müssen langfristig auch besonders ökologische Faktoren in den Entscheidungsprozess über die Zukunft der Leitungen und Kanäle einfließen, um nachfolgenden Generation nicht ein marodes Kanalnetz zu hinterlassen, dessen Instandsetzung und Erneuerung nicht mehr zu finanzieren ist.

Noch im Jahr 2001 haben die Kommunen bzw. Unternehmen sich bei der Schadensbehebung überwiegend für die Erneuerung (53 Prozent) entschieden – 91 Prozent der Kanäle wurden dabei in offener Bauweise erneuert – doch in den neuesten Umfragen der DWA ist ein Trend hin zum Einsatz von Reparatur- und Renovierungsverfahren erkennbar (vgl. Abbildung 38). Rund 49 Prozent der Sanierungen werden derzeit durch Erneuerung durchgeführt, wobei eine deutliche Zunahme der Erneuerung in geschlossener Bauweise zu verzeichnen ist. Die festzustellende Zunahme der Anwendung von Reparatur- und Renovierungsverfahren kann mit dem steigenden Bekanntheitsgrad dieser Verfahren und mit der Festlegung von Anforderungen für deren Anwendung in Verbindung gebracht werden. Mit Reparaturmaßnahmen haben die Kommunen rund 25 Prozent der Kanäle saniert. Renoviert wurden 26 Prozent der schadhaften Kanäle. Bei der Renovierung dominierten die Reliningverfahren²⁷ mit 81 Prozent deutlich vor den Beschichtungs- und Montageverfahren (EUWID Nr. 15/2004).

Die folgende Abbildung zeigt ganz deutlich die Verteilung der Sanierungsverfahren im Vergleich der Jahre 2001 und 2004, und dass nach wie vor das teuerste Sanierungsverfahren – nämlich das der offenen Bauweise – am häufigsten zur Anwendung kommt.

Abbildung 38: Verteilung der Sanierungsverfahren im Vergleich der Jahre 2001 und 2004

	Erneuerung		Reparatur			Renovierung		
	offene Bauweise	geschlossene Bauweise	Ausbesserungsverfahren	Injektionsverfahren	Abdichtungsverfahren	Beschichtungsverfahren	Reliningverfahren	Montageverfahren
2001	53,0 %		30,0 %			17,0 %		
	48,0 %	5,0 %	18,0 %	7,0 %	5,0 %	1,0 %	15,0 %	1,0 %
	90,6 %*	9,4 %*	60,0 %*	23,3 %*	16,7 %*	5,9 %*	88,2 %*	5,9 %*
2004	48,9 %		25,0 %			26,1 %		
	40,1 %	8,8 %	9,3 %	6,6 %	9,2 %	3,1 %	21,3 %	1,8 %
	82,0 %*	18,0 %*	37,2 %*	26,2 %*	36,6 %*	11,7 %*	81,6 %*	6,8 %*

*) Diese Prozentangaben beziehen sich nur auf die Verteilung in der jeweiligen Verfahrensgruppe (Erneuerung/Reparatur/Renovierung)

*Quelle: Berger/Lohaus 2004.

²⁷ Bei dieser grabenlosen Sanierungsvariante wird ein speziell entwickelter meist folienbeschichteter Schlauch in die sauber gereinigte Altleitung eingebracht. Der noch flexible Liner schmiegt sich durch Aufrechterhalten des Inversionsdruckes formschlüssig an das Altrohr an – so auch in Krümmern, Biegungen oder Versätzen. Im Schnellhärteverfahren, wahlweise mit Wasser oder Dampf erfolgt dann eine kontrollierte Aushärtung.

Doch zur Sanierung und Erneuerung von Versorgungsnetzen wurden in den letzten Jahren leistungsfähige grabenlose Verfahren (Zementmörtelausschleuderung) entwickelt und in die Praxis eingeführt, mit denen Aufbruch- und Wiederherstellungsarbeiten im öffentlichen Raum erwiesenermaßen auf ein Minimum begrenzt werden können. Diese Entwicklung grabenloser Sanierungs- und Erneuerungsverfahren ist deshalb von besonderer Bedeutung, da hier insbesondere im städtischen Bereich und bei richtiger Verfahrensauswahl, gegenüber der offenen Bauweise, mit kurzen Bauzeiten und niedrigen Baukosten zu rechnen ist und somit eine kostengünstigere Alternative bei der Instandhaltung darstellt. Neben der rein technischen und wirtschaftlichen Betrachtung haben aber auch Umweltaspekte eine immer größere Bedeutung, denn besonders hier lassen sich die Vorteile der grabenlosen Verfahren gegenüber konventionellen Verlegungsverfahren in offener Bauweise nutzen. Vor allem bei hochwertigen Oberflächen in den Innenstädten und Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen und -belastungen finden diese Verfahren ihren Einsatzbereich. Die Erneuerung in offener Bauweise bietet sich insbesondere dann an, wenn gleichzeitig andere Tiefbau- und Straßenbauarbeiten im Fahrbahnbereich durchgeführt werden.

Schließlich ermöglicht die Erarbeitung langfristiger Sanierungsstrategien, dass grundsätzliche Rahmenbedingungen festgelegt werden können:

- jährlicher Sanierungsumfang,
- langfristige Finanzbudgets und
- Steuerung der Kostenentwicklung.

Durch die weitere Berücksichtigung der Alterungsprozesse im Kanalnetz während des Planungszeitraumes können Sanierungsumfang und Kosten langfristig so festgelegt werden, dass die technischen Ziele wie bestimmte Netzzustände erreicht und beibehalten werden.

Mittelfristige Strategien, die auf den Ergebnissen und Zwischenzielen der langfristigen Strategien aufbauen, besitzen bei regelmäßiger Kontrolle und Anpassung an die dauerhaften Anforderungen die Gewähr, dass langfristig ein dem technischen, zeitlichen und finanziellen Ziel entsprechender Zustand des Kanalnetzes erreicht wird (Jansen 2004).

4.2 Transformation zentraler Systeme unter den besonderen Bedingungen der Schrumpfung

Alle zentralen Ver- und Entsorgungssysteme waren in der Vergangenheit in der Regel mit dem Problem konfrontiert, auf einen steigenden Bedarf reagieren zu müssen. Deshalb stellt die massive Schrumpfung des Bedarfes an Trinkwasser, in dessen Folge ebenso ein erheblich reduzierter Abwasseranfall zu verzeichnen ist, eine völlig neue Herausforderung dar. Die Auswirkungen für die Wasserwirtschaft zeichnen sich bislang vor allem in den stark schrumpfenden Städten der neuen Bundesländer ab. Zukünftig ist jedoch durch den sich abzeichnenden demographischen Wandel auch in vielen Städten der alten Bundesländer mit ähnlichen Erscheinungen zu rechnen.

Aufgrund der recht unterschiedlichen Auswirkungen auf die einzelnen Bereiche der kommunalen Wasserwirtschaft, wird in diesem Kapitel nicht nur auf die Folgen für die Wasserversorgung, sondern auch auf die Folgen für die Abwasserentsorgung Bezug genommen. Diese thematische Verknüpfung ist vor allem vor dem Hintergrund der Betrachtung von möglichen Systemalternativen (z.B. stoffliche und energetische Verwertung von Ab-

wasser, Substitution von Trink- durch Regenwasser) für die Wasserversorgung sinnvoll und notwendig, da in vielen Fällen auch direkte Folgen für die Abwasserentsorgung entstehen.

Insofern gehen die Anforderungen an ein geeignetes Transformationsmanagement weit über sektorale Betrachtung der Wasserversorgungssysteme hinaus (Kluge/Schramm 2006).

Die heutige kommunale Wasserwirtschaft beruht auf einem über lange Zeiträume gewachsenen zentralen System an Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen und -netzen. Bislang galt die Regel, dass diese Zentralität der Systeme bei mittleren bis hohen Siedlungsdichten entscheidende betriebliche und ökonomische Vorteile gegenüber dezentralen Systemen hat. Das Überschreiten von Funktionsschwellen, das neben der Entwicklung technischer Alternativen in der Regel ein Anlass für die Transformation eines Systems darstellt, konnte bislang meist durch Anlagenerweiterungen oder aber auch durch Einsparung an Wasser vermieden werden. Die ökonomischen aber auch technischen Vorteile der auf Wachstum ausgelegten Systeme konnten sich so besonders gut entfalten, da die Auslastung der Systeme vergleichmäßig und gesteigert werden konnte. Auf dieser Basis haben sich die Systeme bis heute um ein Vielfaches ausgeweitet, ohne dass ökonomische und technische Anwendungsgrenzen umfassend und kritisch bewertet wurden.

Erst die in den neuen Bundesländern auftretenden Entwicklungen der Schrumpfung mit ihren erheblichen Wirkungen auf Wohnungswirtschaft, Städtebau und alle technischen und sozialen Infrastrukturen zeigen für die Systeme der technischen Infrastruktur eine völlig neue Problematik auf: Das Erreichen von Funktionsschwellen durch Unterauslastung.

Da diese Erscheinungen in der Grundtendenz auch in den alten Bundesländern auftreten, wenngleich auch in bislang abgeschwächter Form, lohnt es, diese Phänomene am Beispiel detaillierter zu untersuchen und im Hinblick auf Transformationsvoraussetzungen und -notwendigkeiten darzustellen. Schrumpfungerscheinungen sind auch in den alten Bundesländern, z.B. durch die zunehmende Erhöhung der besiedelten, erschlossenen Fläche bei stagnierender bzw. leicht abnehmender Bevölkerung (Zersiedelung), durch sinkende Wohnungsbelegungszahlen in den Kernbereichen der Städte und leicht sinkende spezifische Wasserverbräuche seit Jahren zu verzeichnen. Diese Tendenzen existieren örtlich, zum Teil sogar neben Wachstumserscheinungen.

In diesem Zusammenhang zeigt sich die Notwendigkeit, über mögliche Transformationen der bisherigen Systeme nachzudenken. Im Gegensatz zu Anpassungsprozessen, beispielsweise im Rahmen einer Modernisierung vorhandener Systeme sind Transformationsprozesse durch Brüche und Übergänge, d.h. einem Wechsel der Systemtechnik gekennzeichnet. Gerade aber derartige Übergänge sind von einem hohen Grad an Unsicherheit gekennzeichnet (Kluge/Schramm 2006). Gleichzeitig ist es notwendig, sowohl die spezifische Funktionalität weiterhin zu gewährleisten, den betriebswirtschaftlichen Erfordernissen gerecht werden als auch dabei insbesondere im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu agieren. Das Ziel ist während der transformativen Übergänge möglichst schnell wieder stabile Zustände herzustellen.

Deshalb ist die Frage nach dem Management dieser Übergangszustände von entscheidender Bedeutung, d.h. einer der zentralen Punkte für eine (schrittweise) Transformation bzw. Anpassung der Infrastruktur in Richtung neuer nachhaltiger Zustände.

Voraussetzung für erfolgreiche Transformationsprozesse sind Systemalternativen, die unter den veränderten Rahmenbedingungen langfristig nachhaltiger wirken. Nach Auffassung des netWORKS Forschungsverbundes sind dabei folgende Leitprinzipien der sozial-ökologischen Regulation von vorrangiger Bedeutung:

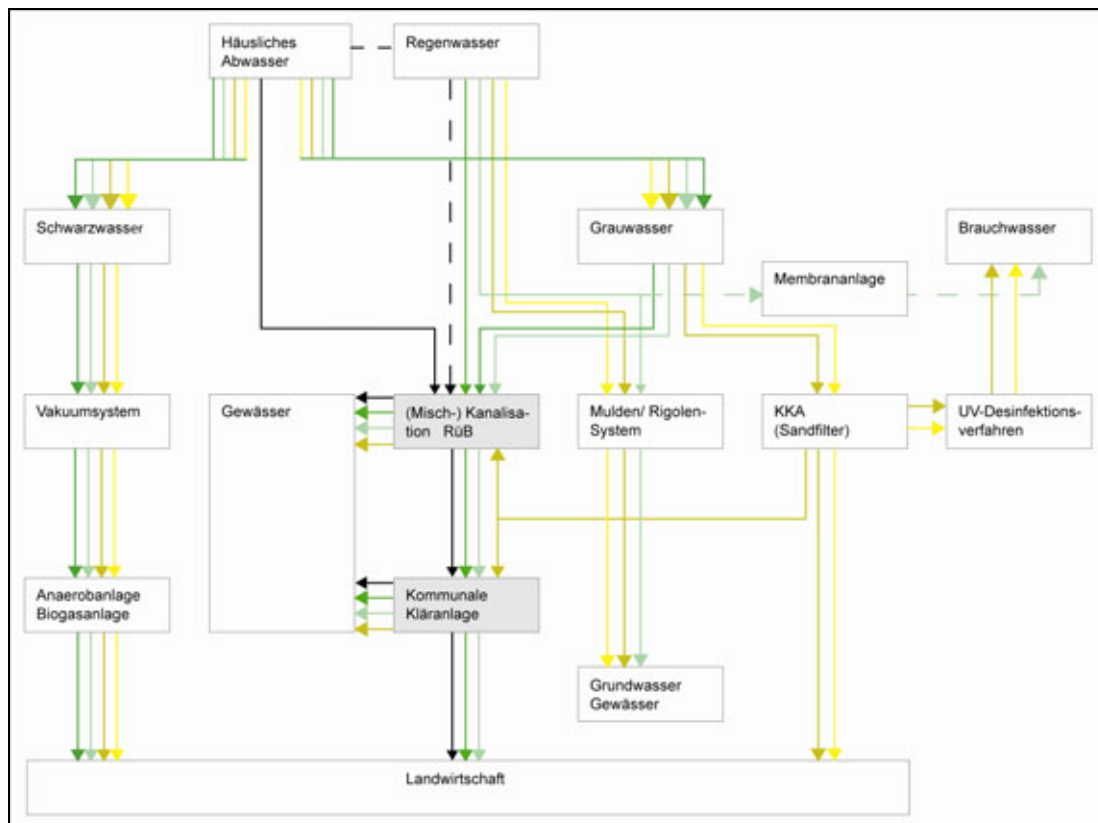
- soziale Verträglichkeit,
- ökologische Einbettung,
- ökonomische Verträglichkeit,
- Funktionalität,
- Adaptivität und
- Integration (Kluge/Schramm 2006).

Es ist eine differenzierte Auseinandersetzung zwischen den Akteuren notwendig, um Schlussfolgerungen und Konsequenzen aufzeigen zu können, damit im Veränderungsprozess die (kommunalen) Potenziale zur Steuerung einer weiterhin sicheren Versorgung ausgeschöpft werden können. Das Aufgabenspektrum eines Transformationsmanagements bewegt sich von der Planung (Zielfindung), Durchführung, Steuerung bis Anpassung von Maßnahmen unter Einsatz der Ihnen zur Verfügung stehenden betrieblichen Ressourcen.

Es wird davon ausgegangen, dass ein *sofortiger vollständiger Systemwechsel* – von einem zentralen zu einem dezentralen System innerhalb bereits erschlossener Siedlungsbereiche – aus verschiedenen Gründen (ökonomische Gründe wie Abschreibungen etc.) nicht realisierbar und sinnvoll ist, so dass im Besonderen mittel- bis langfristig nur eine sukzessive Umstellung des bestehenden Systems bzw. das Erweitern und Ersetzen durch verschiedene Module dezentraler Entsorgungskonzepte von Interesse sein wird. Hierbei werden die anfallenden Abwasserteilströme in Schwarzwasser, Grauwasser und Regenwasser unterschieden.

4.2.1 Handlungsansätze

Abbildung 39: Darstellung verschiedener Optionen der Kombination von Systemmodulen zur häuslichen Abwasserentsorgung (schwarz als zentrales System bis gelb als dezentrales System „Abflussfreies Haus“)*



*Quelle: In Anlehnung an Schneidmadl u.a. 2000.

Dezentrale Entsorgungsvarianten werden einem zentralen Abwasserentsorgungskonzept mit Abwasserableitung in der Schwemmkanalisation gegenübergestellt, so wie es heute in Deutschland typisch ist. Die Schwemmkanalisation kann sowohl als Mischsystem (Ableitung von Regen- und Schmutzwasser in einem Kanal) als auch als Trennsystem (Regen- und Schmutzwasser in getrennten Kanälen) erfolgen. Die hier wesentlichen Elemente sind die Spültoilette, die Entwässerung in einem durchschnittlich dimensionierten Mischsystem mit Regenüberlaufbecken und einer zentralen Kläranlage mit Stickstoffelimination durch Nitrifikation und Denitrifikation, Phosphorfällung und Schlammstabilisierung. In diesem zentralen Szenarium werden das häusliche Schmutzwasser und das Regenwasser gemeinsam über eine Mischkanalisation abgeleitet und in einem kommunalen Klärwerk behandelt. Das gereinigte Abwasser wird in einen Vorfluter eingeleitet, anfallende Schlämme landwirtschaftlich verwertet.

4.2.2 Systemstufen der Teilstromabtrennung

Im Bereich der industriellen Abwasserwirtschaft sind die Trennung von Abwasser nach verschiedenen Qualitäten und die anschließende Behandlung der entstehenden Teilströ-

me zum Zwecke der Wiederverwendung allgemein üblich. Auch im Haushalt fallen mit Grauwasser (Haushaltsabwässer ohne Toilettenabwasser) sowie Braun- und Gelbwasser (Toilettenabwasser) Abwasserteilströme mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften an, die durch den Einsatz verschiedener Sanitärkonzepte wieder verwendet (Grauwasser) bzw. verwertet (Schwarz-, Braun-, Gelbwasser) werden können.

Systemstufe 1: Abkopplung Teilstrom Schwarzwasser über Vakuumsystem

In der ersten Variante werden das Regenwasser und das Grauwasser weiterhin über die Mischkanalisation in der kommunalen Kläranlage abgeleitet. Nur das fäkalienhaltige Toilettenabwasser (Schwarzwasser) wird als Teilstrom über ein Vakuumsystem separat erfasst und im Anschluss in einer Anaerobanlage behandelt. Dabei wird die Toilette mit wenig Wasser gespült und das erzeugte Abwasser durch eine semidezentrale Vakuumanlage in einen biologischen Abwasserreinigungsreaktor mit integrierter Membrantechnik geleitet und aufbereitet. Dort werden die organischen Bestandteile zu Biogas vergoren und Salze (Phosphor und Stickstoffsalze) zu Dünger umgesetzt. Um die Konzentration an organischen Stoffen erhöhen zu können, ist es möglich die Bioabfallentsorgung aus dem häuslichen Küchenbereich in die Abwasserentsorgung zu integrieren. So wird der zerkleinerte Bioabfall auch über das Vakuumsystem der anaeroben Behandlung zugeführt und zur Biogaserzeugung genutzt. Durch das anaerobe Verfahren (unter Luftabschluss) kann keine Geruchsbelästigung ausgehen. Gewonnenes Biogas dient zur Eigenversorgung für den Betrieb der Anlage mit Wärme und Strom, der überschüssige Strom wird in das Versorgungsnetz eingespeist. Durch die verfahrenstechnische Auslegung der Abwasserreinigungsanlage (mit Hilfe moderner Membran- und Reaktortechnologie) ist es möglich, dass praktisch kein Klärschlamm entsteht. Nach dem Reinigungsprozess kann das Abwasser einfach versickert werden (vgl. Trösch 2004).

Sollte doch ausgefallener Schlamm anfallen, bei einer anaeroben Behandlung ohne integrierter Membrantechnik, wird er in einen Speicherbehälter gegeben, dort bis zur Abholung durch ein Entsorgungsfahrzeug gelagert und später als Dünger in der Landwirtschaft weiterverwendet.

Wird die Abwasserreinigung auf einer dezentralen oder semizentralen Ebene durchgeführt, reduziert sich der Aufwand für den Bau eines Kanalisationssystems. Welches Entwässerungssystem eingesetzt wird hängt maßgeblich von der Gesamtkonzeption der Abwasserbehandlung ab. Wie bei den meisten dezentralen Anlagen wird das Abwasser über das freie Gefälle der Anlage direkt oder über einen Sammelschacht zugeführt. In letzterem Fall wird das Wasser vom Sammelschacht aus zur Reinigungsanlage gepumpt.

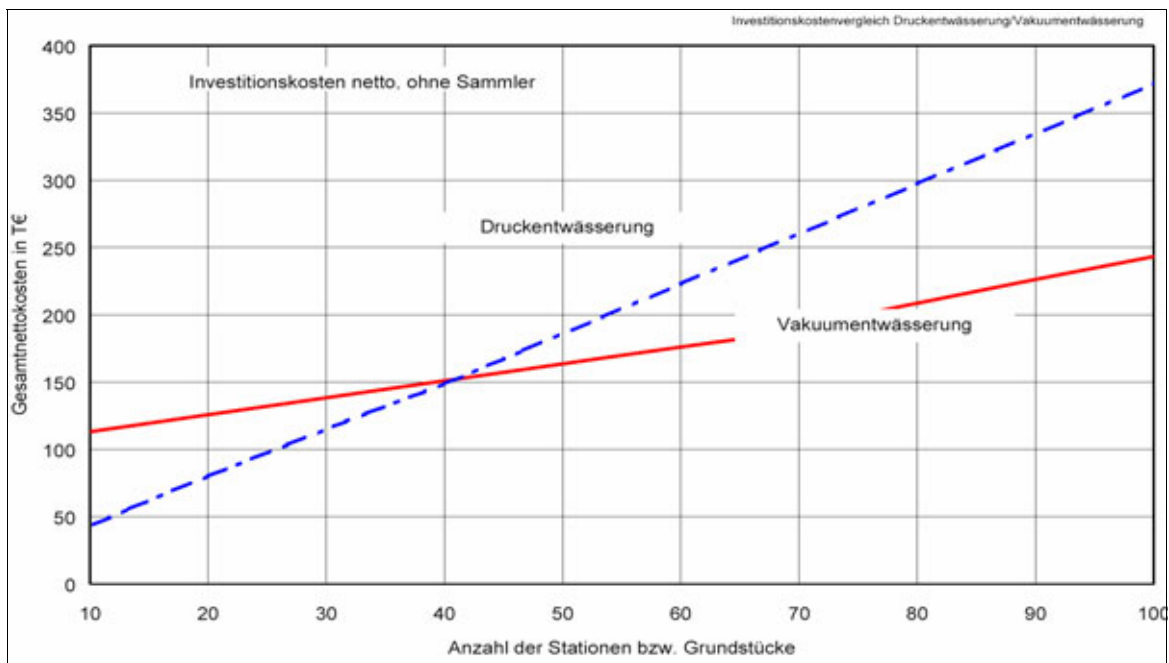
Umfasst das Reinigungskonzept eine Auftrennung der verschiedenen Abwasserteilströme in Grauwasser und Braunwasser, werden, wie in dem hier betrachteten System, Vakuumsysteme zum Transport eingesetzt. Auf diese Art kommen Sanitärinstallationen und insbesondere Toiletten mit extrem wenig Wasser zur Spülung aus. Eine komplette Vakuuminstallation setzt sich aus Toiletten und der Vakuumkanalisation zusammen. Letztere umfasst das Leitungsnetz, den Hausanschlusschacht zum Sammeln des Abwassers sowie die Vakuumstation, die den erforderlichen Unterdruck erzeugt (Rothenberger 2003: 33). Durch den Unterdruck wird das Abwasser quasi durch die Leitung „gesaugt“, was insbesondere bei mangelndem Gefälle, ungünstigem Baugrund oder hohem Grundwasserstand von Vorteil ist.

Die Vakuumentwässerung wird nur für den Abwasseranfall ausgelegt. Regenwasser muss getrennt versickert werden. Aufgrund des angelegten Unterdruckes von etwa 0,7 bar, ist die Reichweite des Leitungsnetzes auf drei bis fünf Kilometer begrenzt. Bei geodätischen Höhenunterschieden liegt die Grenze bei drei bis vier Metern im Einzugsgebiet. Die Anzahl der angeschlossenen Einwohner liegt bei maximal 400 (Halbach 2003, Rothenberger 2003).

Die Investitionskosten setzen sich zusammen aus den Kosten für die Hausanschluss-schächte und das Leitungsnetz. Nach den Angaben des brandenburgischen Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung (Halbach 2003) liegen die Kosten für Hausanschlussschächte zwischen 700 und 1400 Euro und die für Vakuumentwässerungen in etwa der gleichen Größenordnung wie für Druckleitungen. Einen Vergleich zwischen den Investitionskosten für eine Druck- und für eine Vakuumentwässerung stellt die Abbildung 46 dar. Sie zeigt deutlich, dass Vakuumsysteme ab einer Zahl von etwa 40 angeschlossenen Stationen bzw. Grundstücken Kostenvorteile gegenüber der Druckentwässerung besitzen.

Der Wartungsaufwand solcher Vakuumentwässerungssysteme ist vergleichsweise hoch. So sollte die Vakuumstation zweimal wöchentlich auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft werden (Londong 2004). Dies schlägt sich ebenso wie der Energiebedarf zur Erzeugung des Vakuums in den relativ hohen Betriebskosten des Gesamtsystems nieder.

Abbildung 40: Vergleich der Investitionskosten für Druckentwässerungs- und Vakuumentwässerungssysteme*



*Quelle: Halbach 2003.

Vakuumkanalsysteme mit Vakuumtoiletten sind in der kommunalen Abwasserentsorgung in skandinavischen Ländern längst weit verbreitet, werden bereits seit längerem in Zügen, Flugzeugen und Schiffen eingesetzt und in Deutschland, beispielsweise in Freiburg (Vau-

ban) und Lübeck (Flintenbreite) erprobt. Ein wesentlicher Unterschied zu zentralen Spülsystemen ist der tendenziell verminderte Wasserverbrauch im Haushalt. Im Gegensatz zu zentralen Spülvorrichtungen ist eine Fehlbedienung zum Wassersparen weniger wahrscheinlich (DWA 2002). 60 bis 70 Liter Luft, die bei der Spülung in das Rohrleitungssystem eingesaugt werden, drückt die Flüssigkeit in Richtung Sammelbehälter (Lange/Otterpohl 1997). Des Weiteren wird die Abwasserfracht ohne die Fäkalien an organischen Stoffen um ca. ein Drittel bis die Hälfte reduziert und somit auch die hygienischen Probleme bei der Abwassereinleitung (DWA 2002). Ebenfalls deutlich leichter ist das Phosphorrecycling in landwirtschaftliche Flächen.

Weitere Vorteile:

- Geringere Belastung der Gewässer, da durch die Abkopplung nur noch gereinigtes Grauwasser mit einer sehr geringen Konzentration an Stickstoff in die Gewässer gelangt.
- Keine direkte Grundwasserverschmutzung durch Exfiltration aus den Kanälen, da das dezentrale Netz relativ hoch verlegt ist.
- Vollständiger lokaler Rückhalt von Schwermetallen, welche die Landwirtschaft belasten erfolgt durch die Abtrennung von industriellen Abwässern.
- Teilweiser Abbau von Mikroverunreinigungen im Faulprozess
- Nettoenergiegewinn durch die Biogasanlage (DWA 2002): es wird mehr Energie gewonnen als das Vakuumtransportsystem verbraucht.

Es wird deutlich, dass Schwarzwasser eine völlig andere Charakteristik hat, wenn es gering verdünnt gesammelt wird und im Anschluss zu Dünger weiterverarbeitet wird. Dem verbleibenden Grauwasser ermöglicht es, auch höherwertig wieder verwendet zu werden (vgl. Systemstufe 3). Dennoch ist zu berücksichtigen, dass wegen der Abtrennung von Grau- und Schwarzwasser ein doppeltes dezentrales Netz erforderlich ist, was abhängig von der Siedlungsdichte sehr kostenintensiv und aufwändig sein kann.

Systemstufe 2: Abkopplung Teilstrom Regenwasser und Regenwasserversickerung

Diese Ver- und Entsorgungsvariante stellt bereits eine deutliche Weiterentwicklung zum zentralen Konzept dar. Es unterscheidet sich in der Abkopplung des Regenwassers von der zentralen Mischkanalisation, zusätzlich zur bereits in der Systemstufe 1 beschriebenen Abkopplung des Schwarzwassers in ein Vakuumssystem. Lediglich das Grauwasser wird dann noch darüber abgeleitet und behandelt.

Zur Ableitung des Niederschlagwassers wird keine zentrale Regenwasserkanalisation, sondern nur ein entsprechend dimensionierter Schmutzwasserkanal verlegt. Folglich kann man davon ausgehen, dass dadurch die Infiltration von Grundwasser in die Kanäle verringert wird. Durch die Errichtung einer dezentralen Regenwasserversickerungsanlage kann zwar das Kanalnetz kleiner dimensioniert werden, dieses ist aber meist bereits vorhanden, welches dann durch Überdimensionierung mit Folgeproblemen zu kämpfen hat. Die Versickerung des Regenwassers wird vorwiegend in einem Mulden-Rigolen-System²⁸

28 Flächenförmige Versickerung über eine belebte Bodenschicht, Infiltration über feinkörnige Deckschichten, Retention durch Mulden und stark verzögerte Ableitung oder Versickerung durch die darunter bzw. seitlich angeordneten Rigolen.

vorgenommen. Abhängig von der Art der Versickerungsanlage entstehen mehr oder weniger Grünflächen, die zur Ästhetik der Umgebung beitragen können.

Regenwasserversickerung ist einigen Teilen Deutschlands, wo es hydrogeologisch möglich ist, vorgeschrieben. Das anfallende Niederschlagswasser wird dann von den Dachflächen abgekoppelt und gesammelt. Die Versickerungsanlagen unterscheiden sich in ihrer technischen Ausführung meist sehr stark.

Weitere Vorteile:

- Mischwasserstoßbelastungen der Kläranlage werden vermieden.
- Erleichterte Möglichkeit zur Nutzung der Wärme aus dem Abwasser im Schmutzwasserkanal.
- Verminderung der Gewässerbelastung mit Bakterien und Viren (sowie NH₄, BSB, N, P, Mikroverunreinigungen) durch Vermeidung von Mischwasserabschlägen. Mischwasserabschläge sind die größte Quelle für die Schwermetallbelastung in den Gewässern (ATV-DVWK 2002).
- Die im Regenwasser enthaltenen Schwermetalle verschonen durch deren Versickerung sowohl die Kläranlage als auch Klärschlamm und schließlich auch die landwirtschaftlichen Böden.
- Möglichkeit der Gestaltung und Wohnumfeldverbesserung, gut integrierbar in Grünbereiche, vielfältige Bepflanzungen möglich.
- Gutes Retentions- und Ableitungsvermögen (Hochwasserschutz).
- Geringer technischer Aufwand.

Neben der Regenwasserversickerung besteht auch die Möglichkeit einer semizentralen Sammlung anfallenden Regenwassers. Dieses wird dann in einer Membrananlage zu Trinkwasserqualität aufbereitet und den Haushalten als hygienisch einwandfreies Brauchwasser²⁹ zugeführt. Für diese Option ist parallel zum Trinkwassernetz die Verlegung eines eigenen Brauchwassernetz notwendig (vgl. Trösch 2004).

Systemstufe 3: Separierung von Grauwasser und Aufbereitung

In diesem Szenario findet zusätzlich zu den Komponenten des zweiten Szenarios eine Aufbereitung des Grauwassers statt. Das nährstoffarme Grauwasser wird in einer Kleinkläranlage/Pflanzenkläranlage mit nur geringem Energieaufwand gereinigt. Teilweise wird das aufbereitete Wasser als Brauchwasser dem Haushalt zurückgeführt. Allerdings kann man in diesem Szenario noch nicht ganz auf zentrale Systemkomponenten verzichten, da das überschüssige gereinigte Grauwasser über die Mischkanalisation in die kommunale Kläranlage abgeleitet wird.

Da das Schwarzwasser komplett getrennt in die Biogasanlage geleitet wird, ist die Wiederaufbereitung des im Haushalt gebrauchten Wassers unbedenklich und auch ohne akute Infektionsgefahr – weder Fäkalien noch Urin sind enthalten. Mit einem „Grauwasserfilter“ ist es möglich, das Grauwasser gleich wieder zu reinigen. Durch ein Kleinkläranlage-Verfahren mit Membranbelebungsanlagen kann das Wasser soweit geklärt werden, dass

29 Dieses Brauchwasser ist sowohl zur Gartenbewässerung und Toilettenspülwasser als auch zur Körperreinigung und in der Küche zum Geschirr und Wäsche waschen geeignet.

es zwar noch kein Trinkwasser ist, aber als Brauchwasser im Haushalt verwendet werden kann (vgl. Regenwasseraufbereitung). Inzwischen gibt es eine Vielzahl an Kleinkläranlagenverfahren, die bauaufsichtlich zugelassen werden und auch Marktreife besitzen. SBR- und Membranbelebungsverfahren zählen derzeit zu den neueren Verfahrenstechnologien. Grauwasseranlagen werden in den unterschiedlichsten Größenordnungen, von einer kleinen dezentralen Anlage für einzelne Grundstücke bis hin zu semizentralen Anlagen für mehr als 200 Einwohner, angeboten und betrieben.

Zur dezentralen Abwasserreinigung stehen mittlerweile viele verschiedene Verfahren zur Verfügung. Seit Jahren werden zur Reinigung häuslichen Schmutzwassers einfache mechanische Absetzverfahren sowie biologische Verfahren eingesetzt und häufig miteinander sowie mit einer Untergrundverrieselung kombiniert; Regenwasser wurde getrennt abgeleitet oder versickert. Ziel war in erster Linie der Abbau von Kohlenstoffverbindungen, die Problematik der Nährstoffemissionen wurde zunächst weniger betrachtet. Aus diesem Grunde weisen insbesondere ältere Kleinkläranlagen gemessen an den Anforderungen an Großkläranlagen schlechtere Reinigungsleistungen auf (Entelmann 2003: 1436 f.). Hinsichtlich des erforderlichen Platzbedarfs gibt es erhebliche Unterschiede zwischen naturnahen Verfahren wie Pflanzenkläranlagen oder Teichsystemen und Kompaktanlagen. Grundsätzlich gilt, dass erstere wesentlich mehr Platz benötigen. In beiderlei Hinsicht – also der Reinigungsleistung wie des Platzbedarfs – hat es in den vergangenen Jahren vor allem durch die Weiterentwicklung der Membrantrenntechnologie große Fortschritte gegeben, so dass der Ablauf moderner Kleinkläranlagen häufig den Ansprüchen an ein Badegewässer im Sinne der EU-Badewasserrichtlinie genügt. Zur Illustration dieser Entwicklung werden im weiteren Verlauf unterschiedliche Verfahren dargestellt.

Systemstufe 3: Das „Abflusslose Grundstück“

Dezentrale Sanitärkonzepte wie die Wiederverwendung bzw. Verwertung des Abwassers sowie die zusätzliche Verwendung von Regenwasser, z.B. zum Wäsche waschen oder für die Toilettenspülung werden bereits so weit vorangetrieben, dass die Betreiber von einem so genannten „abwasserfreien Haus/Grundstück“ sprechen. Besonders interessant ist dabei, neben der technischen Verwirklichung derartiger Vorhaben auch die rechtliche Situation in Deutschland. Dezentrale Abwasserbeseitigungsanlagen sind zwar seit einigen Jahren als dauerhafte Lösung zur Abwasserbehandlung anerkannt (§ 18 WHG), ein „abwasserfreies Haus“ gibt es jedoch nicht, da Abwasser immer genau zu dem Zeitpunkt anfallt, in dem Trinkwasser verunreinigt werde, also praktisch „bei Verlassen des Wasserhahns“. So empfehlen Bierstedt/Heine die Bezeichnung „abflussloses Grundstück“.

Diese Systemalternative beschreibt eine weitergehende Variante des Wasserrecyclings und wahrscheinlich kleinräumige Wiederverwendung des Wassers. Diese Bezeichnung, abflussloses Grundstück, „... wird für Grundstücke verwendet, auf denen das anfallende Abwasser aufbereitet und gesammelt wird, um es danach auf dem Grundstück für Zwecke, die keine Trinkwasserqualität erfordern, vollständig wieder zu verwenden“ (Bierstedt/Heine 2005). Hier ist das zu betrachtende Grundstück vollkommen vom zentralen System abgekoppelt. Regenwasser wird in diesem Szenario versickert, Teilströme werden getrennt. Das Grauwasser wird dezentral aufbereitet, eventuell als Brauchwasser wieder verwendet bzw. überschüssiges gereinigtes Grauwasser mit dem Regenwasser versickert. Der Teilstrom aus den Vakuumtoiletten wird zu Dünger aufbereitet. Es findet sonst keine weitere Ausschleusung statt.

4.2.3 Technologische Grundlagen der Transformation

Die Pflanzenkläranlage – ein naturnahes Verfahren

Pflanzenkläranlagen sind genau genommen bewachsene Bodenfilter, bei denen die Reinigungsleistung dadurch erhöht wird, dass die angesiedelten Sumpfpflanzen das Bodensubstrat durchwurzeln. Das so geschaffene Hohlraum- und Porensystem erhöht die Wasserdurchlässigkeit des Bodens und bietet den unterschiedlichen an der Abwasserreinigung beteiligten Mikroorganismen einen Lebensraum. Das luftleitende Röhrensystem der Sumpfpflanzen gibt zudem Sauerstoff an den Boden ab und verbessert so die Belüftung bis in Tiefen von etwa einem Meter. Die Reinigungsleistung von Pflanzenkläranlagen basiert auf einer Kombination von Filtrations- und Sorptionsprozessen, die durch den heterotrophen Abbau von Schmutz- und teilweise auch Nährstoffen ergänzt wird.

Anhand der Beschickung werden zwei Typen Pflanzenkläranlagen unterschieden:

- die vertikal durchflossenen Pflanzenkläranlage und
- die horizontal durchflossenen Pflanzenkläranlagen.

Sie unterscheiden sich sowohl hinsichtlich des Flächenbedarfs als auch im Hinblick auf ihre Abbauleistung. In jedem Fall muss sowohl aus hygienischen als auch ästhetischen und betriebstechnischen Gründen eine Vorklärung in Form einer einfachen Absetzgrube oder besser eines Emscherbrunnens³⁰ vorgeschaltet werden.

Nach dem Bau ist eine gewisse Einfahrphase erforderlich bis eine Pflanzenkläranlage ihre optimale Reinigungsleistung erreicht. Insgesamt stellen Pflanzenkläranlage robuste Systeme dar, die nach der Einfahrphase relativ konstante Reinigungsleistungen aufweisen. Dies betrifft vor allem den Abbau organischer Verbindungen, gemessen mittels BSB₅³¹ und CSB³², der das ganze Jahr über nur geringe Schwankungen aufweist. Eine mehrstufige Anordnung und der Wechsel von horizontal und vertikal durchflossenen Bereichen ermöglicht zudem eine weitergehende Stickstoffelimination (Wissing 1995: 105 ff.). Diese ist jedoch stärker als der Abbau organischer Verbindungen abhängig von der Außentemperatur, so dass die Reinigungsleistungen im Winter unter denen des Sommers liegen. Der Rückhalt von Phosphorverbindungen beruht im Wesentlichen auf Sorptionsprozessen im Bodenfilter. Da sich die Sorptionskapazität im Laufe der Zeit verringert, nimmt die Reinigungsleistung in Bezug auf Phosphate mit dem Alter der Pflanzenkläranlage ab (Wissing 1995: 108). Gute Leistungen zeigt eine solche Anlage bezogen auf die Verminderung eingetragener pathogener Keime, die um zwei bis drei Zehnerpotenzen vermindert werden.

Unterschiede treten in einer Pflanzenkläranlage zwischen Sommer- und Winterbetrieb nicht nur im Hinblick auf die Reinigungsleistung auf, sondern vor allem auch hinsichtlich des Ablaufverhaltens. So ist es möglich, dass im Sommer das gesamte Wasser von den Pflanzen verdunstet wird und die Anlage keinen Ablauf aufweist (Brauer 1996: 142). Einen Ablauf weist sie dagegen in kühleren Jahreszeiten einschließlich von Frostperioden auf.

30 Im Unterschied zur einfachen Absetzgrube wird im Emscherbrunnen die Schlammabtrennung mit einer anaeroben Schlammbehandlung kombiniert.

31 Biochemischer Sauerstoffbedarf ist ein Maß für den Anteil leichtabbaubarer organischer Verbindungen im Abwasser.

32 Chemischer Sauerstoffbedarf gibt an, wie hoch der gesamte Anteil organischer Verbindungen im Abwasser ist.

Da es sich auch bei einer Pflanzenkläranlage um ein ingenieurtechnisches Bauwerk handelt, das darüber hinaus eine wichtige biologische Verfahrenskomponente besitzt, sollte sie fachmännisch geplant und gebaut werden. Wichtig ist darüber hinaus eine regelmäßige Funktionskontrolle, einerseits um sicherzustellen, dass die Anlage tatsächlich durchströmt wird und andererseits um die Ablaufwerte zu überprüfen.

Richtet man eine Pflanzenkläranlage ein, sind neben dem hohen Flächenbedarf für die Pflanzenbeete die Investitionskosten zu beachten. Diese variieren in Abhängigkeit von der erforderlichen Größe und den Systemkomponenten. Die Betriebskosten sind relativ gering und beschränken sich vorwiegend auf das Entleeren der vorgeschalteten Absetzaggregate sowie für die Wartung. Ein hoher Energieeintrag ist nicht erforderlich.

Kompakte Kleinkläranlagen

Beschränkten sich kompakte Kleinkläranlagen zur Reinigung häuslichen Abwassers in ländlichen Gebieten früher weitestgehend auf das Absetzen mineralischer und organischer Grobstoffe bzw. auf die Elimination der enthaltenen Kohlenstoffverbindungen, stellen kompakte Kleinkläranlagen heute zum Teil hochtechnische Einheiten dar. Sie kombinieren mechanische mit biologischen Aufbereitungsstufen. Insbesondere die Entwicklungen in der Membrantrenntechnik hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Lebensdauer und Kosten der eingesetzten Membrane haben die Reinigungsleistung von Kleinkläranlagen stark verbessert. Sie eliminieren neben den Kohlenstoffverbindungen auch Stickstoffe, Phosphate und pathogene Keime, so dass sich der Ablauf nicht nur chemisch, sondern auch hygienisch dem von Großkläranlagen messen kann (Busse 2003). Auch die Probleme konstanter Ablaufwerte, die bei stark schwankender Beschickung praktisch nicht unbedingt gewährleistet wurden, könnte durch den Einsatz von Membranen gelöst werden (Rothenberger 2003: 80)

Moderne Kleinkläranlagen weisen eine sehr kompakte Bauweise auf und können je nach angebotenen System, z.B. im Keller eines Hauses installiert werden. Sie werden für eine bestimmte Zahl angeschlossener Einwohner bemessen. Steigt deren Anzahl besteht die Frage ob das System einfach erweitert werden kann oder ob ein kompletter Austausch der Anlage erforderlich ist. Eine mögliche Zunahme des Abwasseranfalls muss also bereits im Planungsstadium berücksichtigt werden. Die Kosten für eine solche Anlage sind relativ hoch, woraus sich unter Umständen lange Amortisationszeiten ergeben. Die Investitionskosten liegen bei etwa 8.000 Euro für vier Einwohner und etwa 12.000 Euro für acht Einwohner (Mennerich 2003). Die Betriebskosten hängen im Wesentlichen von der Wahl des biologischen Behandlungsverfahrens ab. Je höher der Aufwand für Belüftung und Druckerzeugung ist, desto höher sind die Betriebskosten. Beachtet werden muss in diesem Zusammenhang auch der Wartungsaufwand. Je m³ Abwasser liegen die Betriebskosten in einem Bereich von 1,20–2,50 Euro (STMUGV 2004).

Der hier integrierte Membranfilter baut mit Hilfe natürlich vorhandener, aerober Bakterien die organischen Bestandteile des Abwassers ab und filtert diese durch die Membran. Der Filter lässt keine Viren oder Bakterien durch, lediglich Salze. Die Kosten für einen Membranfilter sind im Vergleich zu anderen Anwendungsmöglichkeiten immer noch relativ teuer. So könnte anstatt dieses Filters auch beispielsweise eine Schilfkläranlage eingesetzt werden, allerdings sind dafür 60 Quadratmeter freie Gartenfläche notwendig.

Ob die Anwendung von aufbereitetem Grauwasser als höherwertiges Produkt auch zukünftig Potenzial hat, ist nicht nur eine Frage der technischen Möglichkeiten, sondern vor

allein die Frage nach Akzeptanz und Wünschen in der Gesellschaft sowie der Wirtschaftlichkeit dieser Technologien (Rudolph/Schäfer 2001). Die Möglichkeit beträchtliche Mengen an Wasser einzusparen scheint in Deutschland nur in wenigen Gebieten relevant, besonders vor dem Hintergrund sukzessiv abnehmender Wasserverbräuche in privaten Haushalten. Nach Auskunft der fbr sind Grauwasseranlagen erst ab einer Größe von ca. 200 Einwohnern wirtschaftlich sinnvoll (Rudolph/Schäfer 2001).

Ein ähnliches Szenario wurde in Freiburg, Vauban realisiert (vgl. Kap. 6.6). Hier wurde in einem modernen Wohn- und Bürogebäude ein umfassendes Abwasserkonzept mit Vakuumkanalisation, Biogasanlage, Grauwasseraufbereitung und Regenwasserversickerung, etc. umgesetzt.

Aspekte der Stoffstromtrennung

Die Idee hinter dem Konzept der Auftrennung der Abwasserteilströme in Grauwasser und Braunwasser – oder bei einer weitergehenden Trennung in Schwarzwasser (Fäkalien) und Gelbwasser (Urin) – besteht darin, die spezifischen Eigenschaften der einzelnen Teilströme gezielt für ihre Behandlung und Verwertung zu nutzen (Otterpohl 2002). In Anlehnung an die Abfallwirtschaft ist es das Ziel, eine Kreislaufwirtschaft auch für das Abwasser zu etablieren, indem einerseits die enthaltenen Nährstoffe sinnvoll genutzt werden und andererseits Wasserkreisläufe möglichst regional geschlossen werden (GTZ 2004). Grundlage hierfür stellen die unterschiedlichen Eigenschaften der Abwasserteilströme dar, wie sie aus der folgenden Tabelle entnommen werden können.

Tabelle 9: Charakteristika der Teilströme von Haushaltsabwässern*

Teilstrom		Grauwasser	Urin	Fäzes
Menge je Einwohner und Jahr		25.000 – 100.000 l	~ 500 l	~ 50 l
N	~ 4-5 kg/(E*a)	~ 3 %	~ 87 %	~ 10 %
P	~ 0,75 kg/(E*a)	~ 10 %	~ 50 %	~ 40 %
K	~ 1,8 kg/(E*a)	~ 34 %	~ 54 %	~ 12 %
CSB	~ 30 kg/(E*a)	~ 41 %	~ 12 %	~ 47 %

*Quelle: Nach Otterpohl 2002.

Deutlich wird, dass Grauwasser den größten Volumenanteil am produzierten Abwasser darstellt. Es weist jedoch den geringsten Nährstoffgehalt in Bezug auf Stickstoff (N) und Phosphor (P) auf; eine Abwasserreinigung muss daher nicht primär auf den Abbau dieser Nährstoffe ausgerichtet sein. Der vergleichsweise hohe Gehalt an Kohlenstoffverbindungen, dargestellt durch den Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB), kann mit relativ einfachen biologischen Wirkprinzipien abgebaut werden.

Urin dagegen enthält die höchsten Gehalte an Stickstoff und Kalium (K) sowie einen beträchtlichen Teil Phosphorverbindungen und bietet sich somit als Düngemittel für die Landwirtschaft an. Allerdings werden über den Urin auch Medikamentenrückstände ausgeschieden, deren Elimination aus diesem Teilstrom ebenso untersucht werden muss wie ihre Wirkung auf den Boden im Falle einer Düngemittelnutzung des Urins. Untersuchun-

gen zu dieser Problematik laufen bereits in verschiedenen europäischen Forschungseinrichtungen³³.

Die Fäkalien schließlich stellen den geringsten Volumenstrom dar. Auf Grund der enthaltenen Nährstoffe, insbesondere der Phosphorverbindungen, können sie prinzipiell ebenfalls als Düngemittel verwendet werden. Eine besondere Problematik besteht allerdings darin, dass mit den Fäkalien Bakterien, Viren und Parasiten ausgeschieden werden. Bei einer Vermischung der Abwasserströme wird daher das gesamte Abwasser kontaminiert, bei einer getrennten Behandlung können dagegen Verfahren eingesetzt werden, die auf ihre Elimination abzielen.

Europaweit liegt Deutschland zusammen mit Schweden an erster Stelle, was sowohl den Zeitraum als auch die Anzahl von Pilotprojekten zu teilstromorientierten Sanitärkonzepten betrifft. Eine Auflistung von Pilotprojekten in Westeuropa enthält (Fröhlich 2002). Zentrales Element der angewendeten ökologischen Sanitärkonzepte ist die Toilette. Je nach Variation des Trennungsgrades muss sie entweder mit extrem wenig Wasser auskommen, um die Stoffströme so wenig wie möglich zu verdünnen, oder ergänzend die Abtrennung von Urin ermöglichen. Für beide Zwecke stehen Toilettentypen zur Verfügung – es handelt sich um Vakuumtoiletten, wie sie beispielsweise in Zügen oder Flugzeugen eingesetzt werden, sowie um so genannte NoMix-Toiletten, die ebenfalls mit Vakuum arbeiten. Die Fäkalien werden entweder zusammen mit Küchenabfällen einer Biogasanlage oder allein einer Verrottung zugeführt. Beide Verfahren gewährleisten bei korrektem Prozessverlauf eine weitgehende Hygienisierung, so dass die entstehenden Endprodukte landwirtschaftlich verwertet werden können. Je nach Konzept kann der Urin gemeinsam mit den Fäkalien behandelt werden. Eine Urinalabtrennung setzt die Möglichkeit der Verwertung als Düngemittel in der Landwirtschaft voraus. Ist diese nicht gegeben, macht die Abtrennung keinen Sinn. In diesem Zusammenhang besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich des Verhaltens von Arzneimittelrückständen im Boden und wie sie aus dem Urin entfernt werden können.

Die Grauwasserbehandlung muss aufgrund der vergleichsweise geringen Nährstoffgehalte nicht auf eine Nährstoffelimination ausgerichtet sein. Allein die Kohlenstoffverbindungen müssen abgebaut werden. Hierzu eignen sich unter anderem gängige naturnahe Verfahren wie z.B. Pflanzenkläranlagen. Enthält das gesamte Sanitärkonzept die Wiederverwendung des gereinigten Grauwassers, etwa zur Toilettenspülung, stehen hierzu mittlerweile sehr effiziente Kleinkläranlagen zur Verfügung. Mit Hilfe der Membrantrenntechnik und der UV-Desinfektion gelingt eine qualitativ sehr hochwertige Aufbereitung des Grauwassers.

Einen weiteren Teilstrom konventioneller Abwasserbehandlungsanlagen stellt, insbesondere beim Mischsystem, das Regenwasser dar. Je nach den Eigenschaften und der Fläche von dem es abläuft, ist Regenwasser unterschiedlich stark verschmutzt. Eine Behandlung des Regenwassers ist bei starker Verschmutzung unerlässlich. In semi- oder dezentralen Konzepten sollte es nach einer Vorbehandlung möglichst dezentral versickert werden und somit zur Grundwasseranreicherung beitragen.

Diskutiert und in Frage gestellt werden regelmäßig die ökonomischen Vorteile von teilstromorientierten Abwasserkonzepten (z.B. Leist). Einen Kostenvergleich mit zentralen

33 Z.B. im Rahmen des Forschungsprojektes Novaquatis an der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), http://www.novaquatis.eawag.ch/deutsch/intro_de.html.

Sanitärkonzepten wurden (Fröhlich 2004) auf Basis der dynamischen Kostenvergleichsrechnungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) durchgeführt. Sie konnten zeigen, dass in bestimmte Konstellationen durchaus Kostenvorteile durch dezentrale Sanitärkonzepte existieren (Fröhlich 2004: 40 f.).

Abbildung 41: Abschätzung des Energieverbrauches eines dezentralen Sanitärkonzeptes im Vergleich zum zentralen, traditionellen System*

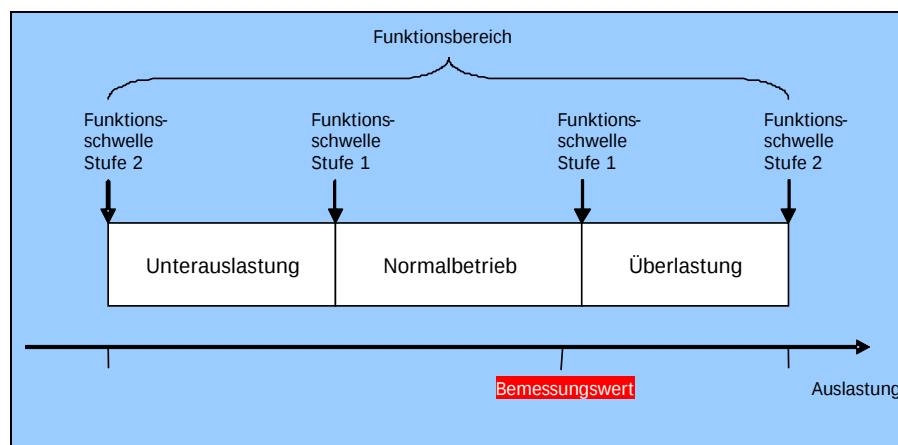
	Traditionelles System	Trenntoilette / Biogas-System
Energiebedarf für die Trinkwasserversorgung	25 kWh/Ea	20 kWh/Ea
Energiebedarf für die Abwasserreinigung	35 - 90 kWh/Ea	
Grauwasserreinigung (z.B. durch Pflanzenkläranlagen oder belüftete Sandfilter)		2 kWh/Ea
Schlammtransport	?	20 kWh/Ea, (Annahme: 2/Monat 50 km)
Gewinn Biogas		...- 45 kWh/E/a
"Graue Energie"	keine Angaben verfügbar	keine Angaben verfügbar
Handelsdüngerproduktion	?	
Summe	> 60 kWh/Ea	ca. -3 kWh/Ea

*Quelle: Lange u.a. (1997).

4.2.4 Transformationspfade und Ausgangsbedingungen

Wichtigste Voraussetzungen für eine Transformation eines Systems sind neben den bereits erwähnten nachhaltigen Systemalternativen in der Regel das Erreichen von funktionalen oder ökonomischen Grenzen der vorhandenen Systeme. Dabei kann das Erreichen von Funktionsgrenzen in zwei Richtungen erfolgen. Die Abbildung 42 zeigt sehr schematisch diesen Zusammenhang:

Abbildung 42: Definition von Funktionsschwellen bei Systemen der technischen Infrastruktur*



*Quelle: Eigene Darstellung.

Es werden dabei qualitativ in jede Richtung (Überlastung/Unterlastung) zwischen zwei Funktionsschwellen unterschieden:

- Funktionsschwelle 1 bedeutet, dass zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit von Netz und Anlagen regelmäßig zusätzliche betriebstechnische Maßnahmen erforderlich sind.
- Funktionsschwelle 2 bedeutet, dass zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit von Netz und Anlagen eine relevante bauliche Maßnahme, also zusätzliche Investitionen, erforderlich ist.

Dabei liegt der Bemessungswert von Anlagen und Netzen häufig im oberen Drittel der Schwankungsbreite für den Normalbetrieb. Die Schrumpfungerscheinungen in den städtischen und ländlichen Bereichen Ostdeutschlands führen nun in vielen Netzen der Wasserver- und der Abwasserentsorgung zur Erreichung der 1. Funktionsschwelle und vereinzelt auch schon zur Überschreitung der Funktionsschwelle 2 auf der Seite der Unterlastung. Somit sind in vielen Netzen bereit heute regelmäßig betriebstechnische Maßnahmen erforderlich, um die Funktionsfähigkeit aufrecht zu erhalten. In einigen Fällen sind bereits bauliche Anpassungen, also zusätzliche Investitionen, zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit erforderlich.

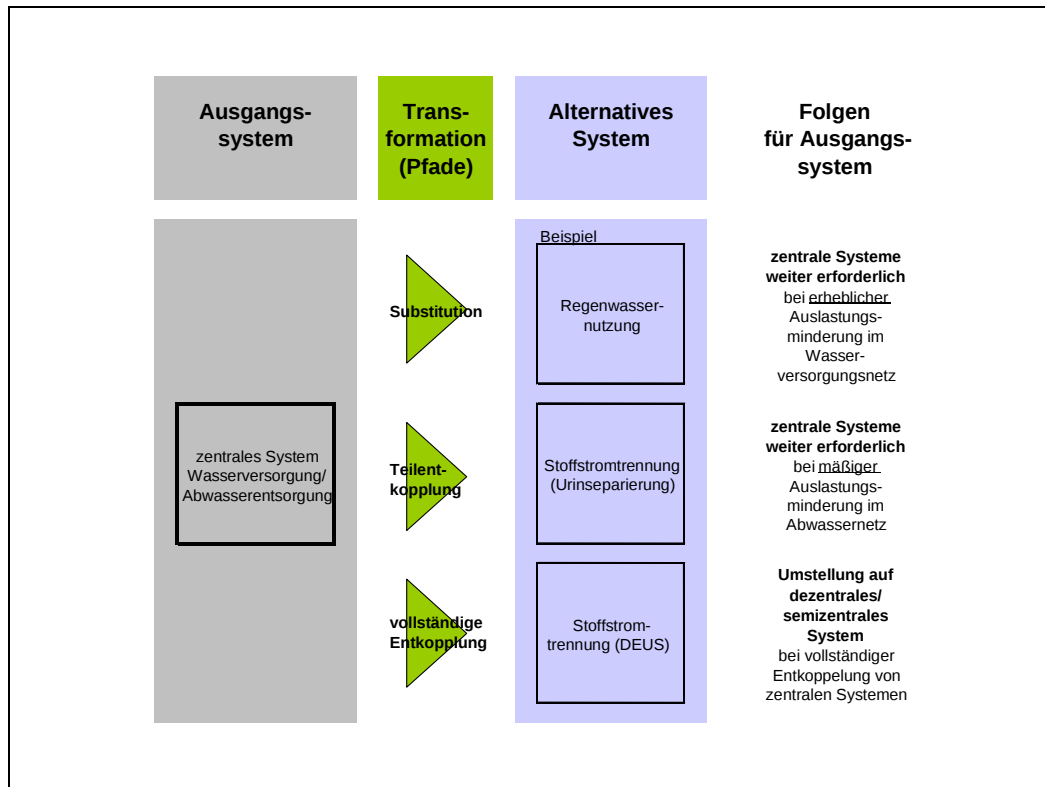
Grundsätzlich kann für die kommenden Jahrzehnte unterstellt werden, dass die Auslastung der vorhandenen konventionellen Systeme in der Tendenz mehr oder weniger abnimmt. Auch wenn sehr kurzfristig eine demographische Trendwende einsetzen würde, sind die Effekte auch mittelfristig nicht mehr umkehrbar.

Auf der anderen Seite sind durch enorme Investitionen in die zentralen Netze und Anlagen, die von einer langen technischen und wirtschaftlichen Lebensdauer gekennzeichnet sind, erhebliche ökonomische Zwänge vorhanden.

Für die Umsetzungschancen eines Transformationsprozesses ist es deshalb von entscheidender Bedeutung, welche Auswirkungen die Installation von Systemalternativen auf die vorhandenen, in der Regel konventionellen Systeme der Wasserver- und Abwasserentsorgung haben.

Grundsätzlich können drei mögliche Konstellationen für eine Systemtransformation unterschieden werden:

Abbildung 43: Grundkonstellationen für eine Systemtransformation*



*Quelle: Eigene Darstellung:

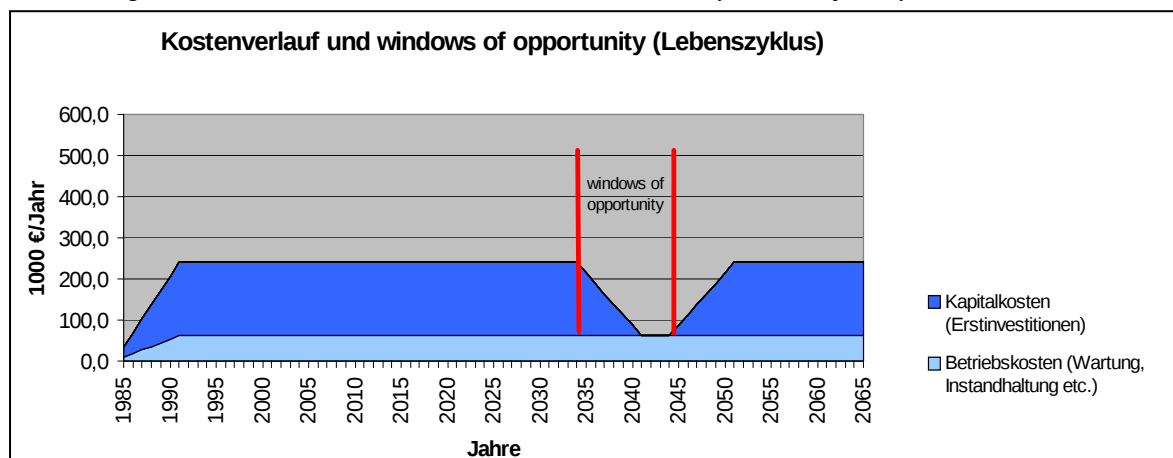
Beim ersten Transformationspfad findet z.B. eine temporäre Mengensubstitution der Wasserversorgung statt, ohne Wirkung auf die notwendige Dimensionierung, jedoch mit erheblichen Folgen für die Auslastung des vorhandenen Systems. Beim zweiten Pfad erfolgt eine dauerhafte Auskopplung des Abwasserteilstromes Urin. Es kommt zu einer Teilentkopplung des Abwassersystems, die eine dauerhafte Verringerung der anfallenden Abwassermengen und eine Veränderung der Abwasserzusammensetzung hervorruft. Im dritten Fall kann durch eine komplette Dezentralisierung (Semizentralisierung) der Wasserversorger- und der Abwasserentsorgung theoretisch eine vollständige Entkopplung von bestehenden zentralen Systemen erfolgen. Dies ist jedoch in der Regel mit einer erheblichen Minderauslastung der zentralen „Ausgangssysteme“ auf der Wasser- und Abwasserseite verbunden. Findet nur eine Teilentkopplung statt, lohnt sich eine differenzierte Betrachtung. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen. Wird z.B. ein Schmutzwasserstrom nicht mehr einer vorhandenen Mischkanalisation zugeführt, sondern dezentral oder semizentral aufbereitet und erst dann als gereinigtes Abwasser der Mischkanalisation zugeführt, so verändert zwar die Abwasserzusammensetzung, nicht jedoch die Abwassermenge. Es können auf diese Art und Weise ggf. sogar bestehende Probleme von Ablagerung in ohnehin unterausgelasteten Mischwassernetzteilen vermieden werden. Ebenso ist eine Teilentkopplung durch die Einleitung von aufbereitetem Schmutzwasser und einer Ableitung über den Regenwassersammler einer Trennkanalisation denkbar.

Im ersten Fall, der Einleitung von gereinigtem Schmutzwasser in die vorhandenen Mischkanalisation, kann sich die Veränderung der Abwasserzusammensetzung negativ auf die

Reinigungsleitung der zentralen Kläranlage auswirken, es sei denn, dass es gelänge, die so „transformierten“ Mischwasserkanalabschnitte komplett aus dem Zulauf der Abwasserreinigungsanlage über Entlastungsbauwerke oder Versickerungsanlagen auszugliedern. Im zweiten Fall sind diese Nebenwirkungen nicht relevant, dafür jedoch ist eine drastische Minderauslastung der vorhandenen Schmutzwassernetze wahrscheinlich. Die Folgen und Randbedingungen sind vergleichbar mit den dargestellten Problemen der Schrumpfung und entsprechend mit in die Betrachtungen einzubeziehen.

Es zeigt sich, dass ein nachhaltiger Transformationsprozess vor allem in der Übergangsphase von einem System in ein neues durchaus mit erheblichen technischen Problemen und natürlich auch hohen Folgekosten verbunden sein kann, die ggf. auch die Sozialverträglichkeit in Frage stellen können. Deshalb kommt der Wahl von alternativen Systemen im Rahmen eines Transformationsprozesses und deren „Prozessverhalten“ gegenüber den oder dem vorhandenen System(en) eine erhebliche Bedeutung zu. Aus ökonomischer Sicht ist im Falle der sehr langlebigen technischen Infrastruktursysteme auch der Zeitpunkt für den Beginn eines Prozesses von erheblicher Relevanz. Die günstigsten Voraussetzungen für einen Systemwechsel sind in der so genannten „goldenen Phase“³⁴ oder dem in netWORKS-Verbund verwendeten Begriff des „windows of opportunity“ gegeben. Zu diesem Zeitpunkt sind die vorhandenen Systeme abgeschrieben und deshalb ohne Wertverluste ersetzbar.

Abbildung 44: Kostenverlauf eines Abwassernetzes (Lebenszyklus)*



*Quelle: Eigene Darstellung.

Dringenden Diskussionsbedarf verdeutlichen vor diesem Hintergrund auch die folgenden Zahlen:

Nach Berechnungen des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu) sind für den Bereich der öffentlichen Wasserversorgung 29,8 Mrd. und für die Abwasserentsorgung 62,87 Mrd. Euro (Investitionsbedarfsschätzung 2000-2009) für die Sanierung und Erneuerung der Infrastruktur erforderlich, was einen jährlichen Bedarf von ca. 9,26 Mrd. Euro ergibt (vgl. Reidenbach 2002; Libbe/Trapp/Tomerius 2004, S. 12 f.). Die massiven Finanzprobleme auf

³⁴ Umgangssprachlich der Zeitraum, in dem die wertmäßige Abschreibung der Infrastrukturen schon vollzogen ist, diese sich jedoch technisch noch ohne erhöhte Instandsetzungsaufwendungen im Betrieb befinden.

der Seite der kommunalen Betreiber führen zu einem Investitionsstau: die zur langfristigen Substanzerhaltung notwendigen jährlichen Erneuerungsraten werden in vielen Kommunen unterschritten; zumindest in langfristiger Betrachtung kann dies durchaus negative Auswirkungen auf die Stabilität des Systems haben (Ten Heuvelhof/Kuit/Stout 2004).

Den vom Difu ausgewiesenen rund 9,3 Mrd. Euro pro Jahr an notwendigen Investitionen stehen laut BGW-Statistik (Marktdaten) nur rund 7,5 Mrd. Euro im Jahr 2002 gegenüber. Selbst in der Schweiz werden die theoretisch erforderlichen Erneuerungsraten für die Abwasserleitungsnetze von ca. 1,5 Prozent (1,25 bis zwei Prozent) mit nur rund 60 Prozent des erforderlichen Bedarfs (2001) erheblich unterschritten.

Dieses Dilemma kann im Sinne eine auf Transformationsprozesse ausgerichteten Entwicklungspolitik jedoch auch eine Chance darstellen. Je nach langfristiger Strategie kann eine hohe Erneuerungsrate auch eine Hinderungsgrund für Transformationen darstellen, dagegen eine zu niedrige Erneuerungsrate Transformationsprozesse begünstigen, da die Folgekosten durch eine geringere Rate an Kapitalvernichtung (Restbuchwerte) geringer ausfallen können.

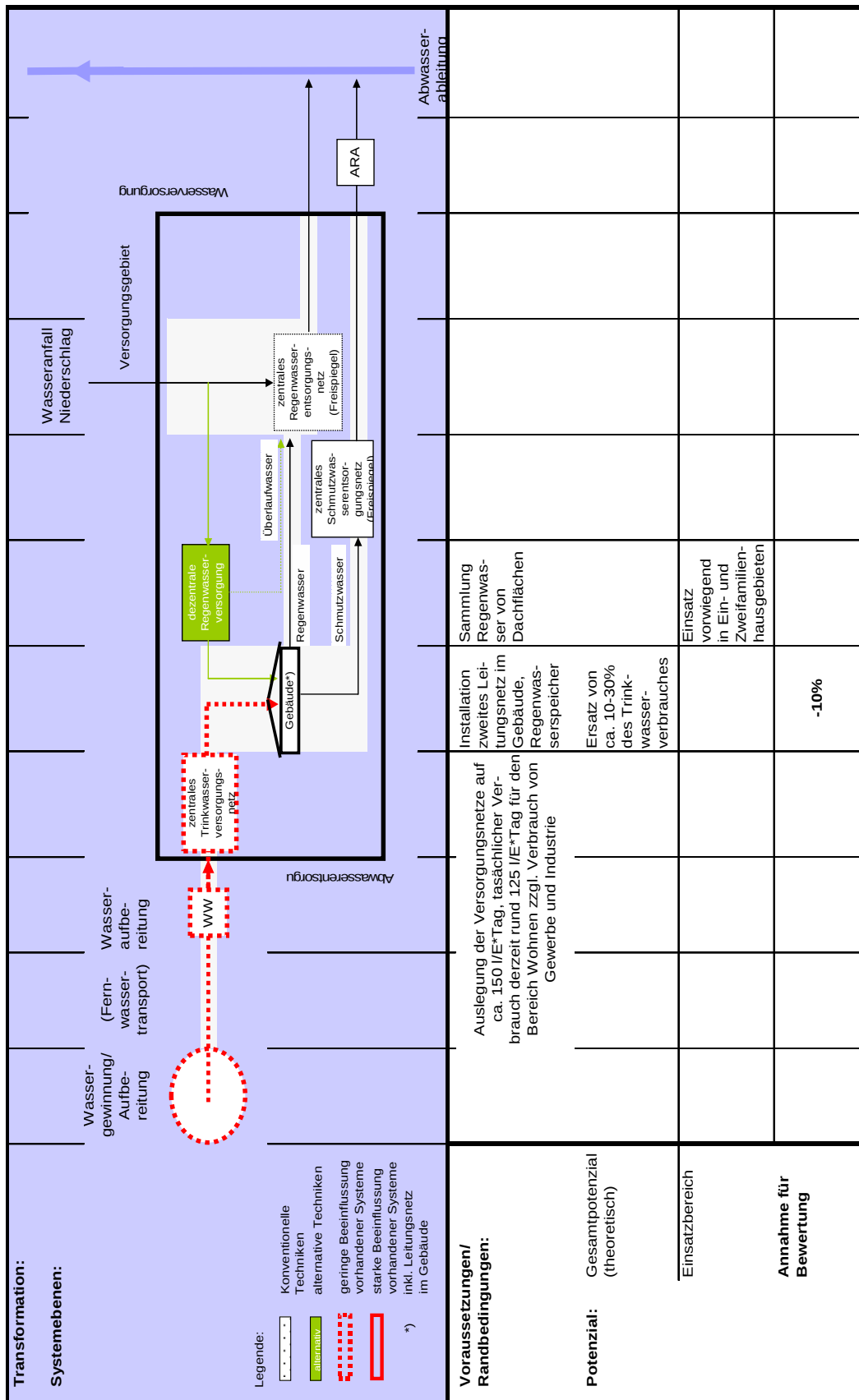
Aus diesem Grund ist es sinnvoll, Transformationsprozesse ganzheitlich zu betrachten und die Folgewirkungen aller wichtigen Faktoren einzubeziehen. In den folgenden tabellarischen Übersichten sind drei Beispiele von Systemalternativen und deren Folgewirkungen bei einem unterstellten Transformationsprozess durch weitgehende Einführung dieser Systeme dargestellt. Für die gewählten Beispiele der

- dezentralen Regenwassernutzung,
- Stoffstromtrennung mit stofflicher Verwertung, z.B. durch eine getrennte Erfassung von Abwasserströmen und Verwertung als Dünger und
- Stoffstromkonzentration und energetische Verwertung, z.B. über eine anaerobe Behandlung mit anschließender Gasnutzung

sind jeweils die Wirkungen auf die vorhandenen Systeme bei Ausnutzung eines theoretisch unterstellten Potenzials, die technischen und ökonomischen Folgewirkungen und eine Bewertung anhand einiger ausgewählter Indikatoren dargestellt.

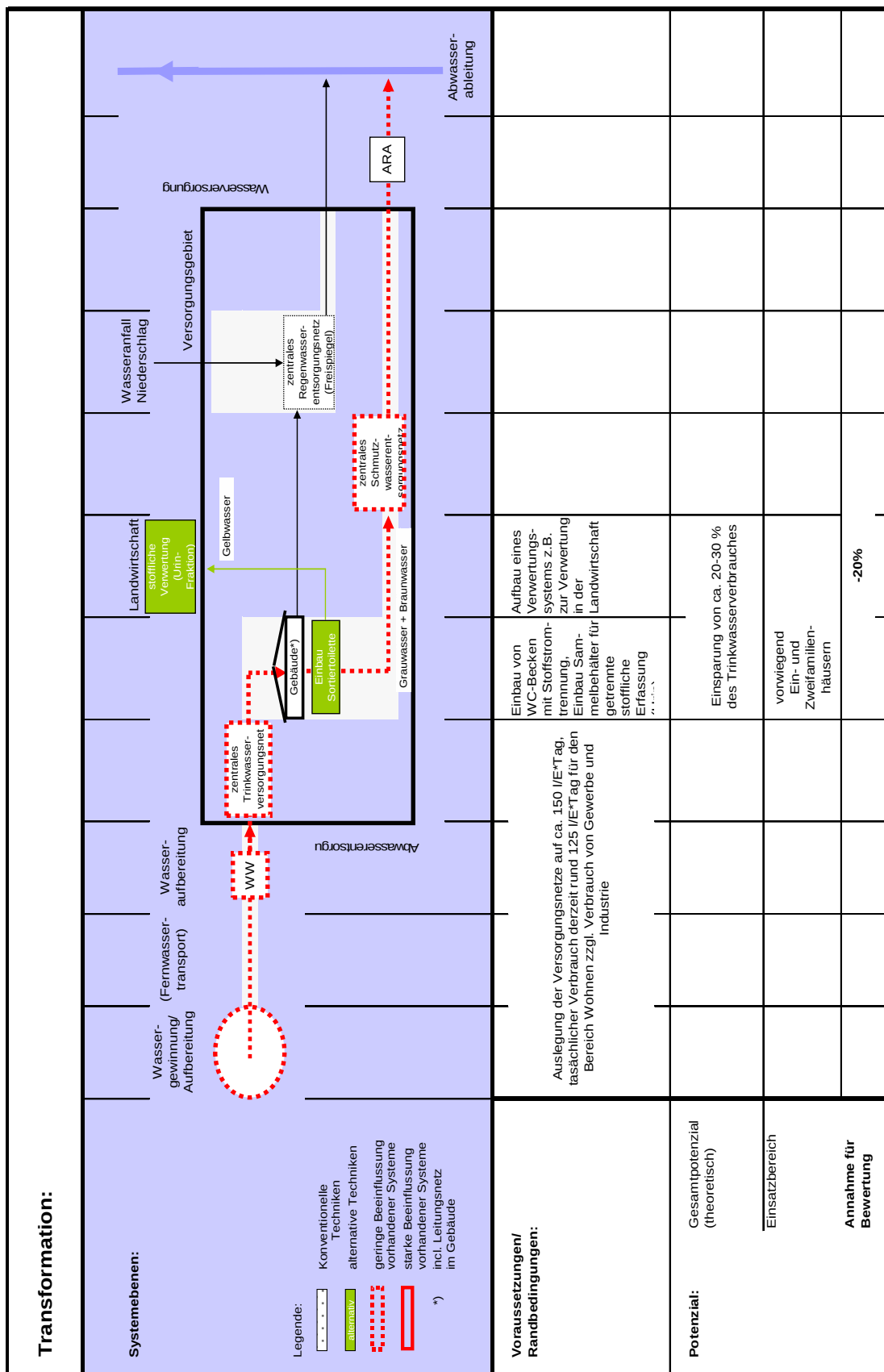
Ausgangsbedingung ist jeweils eine vorhandene zentrale Wasserver- und Abwasserentsorgung. Für die ersten drei Fallkonstellationen wird eine Trennkanalisation unterstellt, für die vierte Variante eine Mischkanalisation. Auf der Grundlage der weitgehenden Ausschöpfung des unterstellten Potenziales für den Einsatz einer Systemalternative werden die Veränderungen und die Rückwirkungen auf die vorhandenen zentralen Systeme im Zusammenhang in Form einer tabellarische Zuordnung der einzelnen Aspekte zu den graphisch dargestellten Systemelementen von der Wassergewinnung bis zur Abwasserreinigung dargestellt. Grundlage für die Analyse und Bewertung ist das jeweils unterstellte Veränderungspotenzial eines Transformationspfades, das als „Annahmen für die Bewertung“ in den Abbildungen ausgewiesen ist. Die Folgenabschätzung findet in der Zuordnung zu den einzelnen Systemkomponenten und in einer Gesamtbewertung (Indikatoren: Versorgungssicherheit, Vermaschungsgrad, Adaptivität, Flexibilität, Effizienz) statt.

Abbildung 45: Einführung der dezentralen Regenwassernutzung*



111

.Abbildung 46: Einführung der Stoffstromtrennung mit stofflicher Verwertung*



Anmerkungen:

*) Amortisation statisch gerechnet, Einsparungen resultieren Aus Verringerung des Trinkwasserbezuges und des Anfalls an Niederschlagswasser von Dachflächen

^{*}(

*Quelle: Eigene Berechnungen.



Rückwirkungen auf vorhandene Anlagen und Netze bei Ausnutzung des Potenziales	Dimensionierung	Brunnenanlagen: ggf. Stilllegungen möglich	Fernleitung: Dimensionierung bei Sanierung geringer	Aufbereitungsanlagen: ggf. Stilllegungen möglich	Trinkwassernetz: Dimensionierung bei Sanierung geringer			Schmutzwassernetz: kann ggf. stillgelegt werden	Regenwassernetz: Dimensionierung bei Sanierung ggf. geringer		
	Auslastung							im Mittel ca. - 25%, in Gebieten mit hoher Anlagendichte nach Muster DEUS bis - 100% Schmutzwassernetz	geringfügige Minderbelastung (ca. - 10 %)		
	Technische Probleme							Vollauslastung infolge neuem Leitungsnetz im Gebäude	Im Regelfall keine		
Kostenentwicklung	Nutzer ohne Regenwasseranlage nur zentrales Netz (80 % Fixkostenanteil, 50 % Anlagen/Netze)							Kostenerhöhung pro m³ Trinkwasser +6 % wegen verminderter Auslastung und Umlage der verbleibenden Fixkosten aus den vorhandenen Anlagen und Netzen für öffentliches TW-Netz			
	Nutzer mit DEUS (30 % Substitution des TW-Verbrauches)							Amortisation abhängig von Gesamtkonzept separierung ??	Amortisation der Urin- und Nutzungsbedingungen (z.B. Strom-einspeisung)		
Versorgungssicherheit Vermaschungsgrad Flexibilität, Adaptivität (Anpassungsfähigkeit) Effizienz								Keine wesentlichen Veränderungen			
								Keine Veränderung für das konventionelle System der Wasserver- und Entsorgung, Erhöhung des Komplexitäts- und Vermaschungsgrades zu weiteren Subsystemen (Düngemittelvermarktung, Stromeinspeisung)			
								In der Gesamtstruktur Verringerung der Flexibilität, wenn das dezentrale System nur im Zusammenspiel mit den konventionellen Systemen funktionstüchtig ist, somit ein kompletter Systemwechsel auch langfristig unmöglich ist (Wasserversorgung). Erhöhung wenn die dezentrale Wasseraufbereitung z.B. aus Grauwasser zur 100% Deckung des Wasserbedarfes führt --> dan ist das System weitgehend autark			
								Ökonomischen Effizienz des Gesamtsystems gegenüber den konventionellen Systemen ist abhängig von der Effizienz der dezentralen Systeme (Mehrkosten für die Zusatzinstallationen müssen z.B. durch Erlöse bei der Vermarktung von Düngemittel und Strom erwirtschaftet werden)			

Anmerkungen:

- *) Amortisation statisch gerechnet. Einsparungen resultieren Aus Verringerung des Trinkwasserbezuges und des Anfalls an Niederschlagswasser von Dachflächen
- Legende:**
-  Konventionelle Techniken
 -  alternative Techniken
 -  geringe Beeinflussung vorhandener Systeme
 -  starke Beeinflussung vorhandener Systeme
 -  incl. Leitungsnetz im Gebäude

*Quelle: Eigene Berechnungen.

Bei der Einführung z.B. eines „Dezentralen Urbanen Infrastruktur-Systems“ (DEUS) vorwiegend in Einfamilienhausgebieten wurde für die Bewertung eine auf das jeweilige Gesamtnetz bezogene 15-prozentige Substitution des Trinkwasserverbrauchs, eine 50-prozentige Verminderung des Abwasseranfalles unterstellt. Durch den hervorgerufenen Minderverbrauch können ggf. ein Teil der vorhandenen Brunnen- und Aufbereitungsanlagen sowie Wasserspeicher stillgelegt bzw. langfristig Anlagen und Leitung bei Austausch geringer dimensioniert werden. In Gebieten, in denen ein hoher Prozentsatz von Gebäuden nach dem System DEUS ver- und entsorgt wird, sind diese Effekte noch deutlicher. Bezogen auf die an DEUS angeschlossenen Gebäude verringern sich der Trinkwasserverbrauch und die Schmutzwassermenge dort theoretisch um bis zu 100 Prozent (bei Versickerung). In der Konsequenz verändert sich die Versorgungssicherheit in Bezug auf die Trinkwasserbereitstellung nicht, zumal der Anschluss an das zentrale Wasserversorgungssystem beim derzeit genehmigten Pilotvorhaben weiterhin erhalten bleibt. Dies stellt jedoch eine ggf. vorübergehende Konzession dar, die eigentlich nicht in der Systemlogik liegt. Auch für den Vermaschungsgrad wurden aus diesem Grund keine wesentlichen Veränderungen festgestellt. Die Flexibilität bzw. Adaptivität in Bezug auf einen möglichen Systemwechsel wird jedoch vermindert, mindestens solange die Verknüpfung beider Systeme erforderlich ist. Ein kompletter Systemwechsel wäre erst mit der Nachrüstung einer dezentralen Grauwasseraufbereitung zu Trinkwasser möglich.

Es zeigt sich recht deutlich, dass vor allem die Systemalternativen (wie. z.B. die Einführung der dezentralen Regenwassernutzung), die zu einer erheblichen Entlastung oder auch Schrumpfung im vorhandenen Wasserversorgungsnetz führen, ohne dass dieses jedoch stillgelegt werden kann, in der Tendenz zu den höchsten Folgekosten für das Gesamtsystem führen und gleichzeitig die Option auf einen umfassenden Systemwechsel verstellen. Im Falle der Einführung einer Systemalternative in Form des dargestellten DEUS könnten dagegen theoretisch auf die vorhandenen zentralen Systeme weitgehend verzichtet werden, d.h. bei einem Systemwechsel ist „nur noch“ der Grad an Kapitalvernichtung in Form vorzeitiger Stilllegungen nicht abgeschriebener Netze und Anlagen von erheblichen Interesse.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass die Ergebnisse der Betrachtung stark abhängig sind von der Ausgangssituation. Werden z.B. Anlagen in Bereichen vorhandener Trennsysteme auf das System DEUS umgestellt, so sind erhebliche Auswirkungen auf das Schmutzwassernetz jedoch geringe oder keine Auswirkungen auf das Regenwassernetz zu erwarten. Ebenso sind die funktionalen Auswirkungen auf ein vorhandenes Mischsystem durch den verringerten Schmutzwasseranfall gering, wenn nicht sogar positiv, da sich weniger Ablagerungen bilden können. Lediglich bei längeren Trockenperioden und unvollständiger Systemtransformation nimmt die Neigung zu Ablagerungen aufgrund der deutlich verringerten Schmutzwassermengen zu.

Die Einführung von Systemalternativen darf deshalb nicht allein vor dem Hintergrund der Funktionalität bzw. Rentabilität der Neuanlage gesehen werden. Nur durch eine Gesamtbetrachtung des Transformationsprozesses unter Einbeziehung der Konsequenzen für das vorhandene System und der Folgewirkungen kann die Nachhaltigkeit (unter anderem die Sozialverträglichkeit) beurteilt werden. Für die Zukunft spielen in diesem Zusammenhang auch Schrumpfungsprozesse eine wichtige Rolle, da diese die Randbedingungen bereits vorhandener installierter Systeme nachträglich erheblich verändern können. Diese finden nicht nur in so genannten schrumpfenden Regionen statt, sondern auch in wachsenden in Form der Zersiedelung.

4.2.5 Folgerungen für das Transformationsmanagement

Ziel eines erfolgreichen Transformationsmanagements ist es, die komplexen Randbedingungen für eine Anpassung der Ver- und Entsorgung mit Wasserdienstleistungen als nachhaltigen Prozess zu gestalten. Dabei sind die Randbedingungen unter Schrumpfungsbedingungen besonders komplex und vielschichtig.

Nachfolgend sollen deshalb einige wichtige Aspekte herausgegriffen und erläutert werden. Stichwortartig können die bestimmenden Faktoren für die Beurteilung der Chancen von Systemalternativen im Rahmen eines Transformationsprozesses unter Schrumpfungsbedingungen wie folgt zusammengefasst werden:

- Vorhandensein technischer und ökonomischer Systemalternativen,
- vorhandene Systemkonfiguration (Art des Wasserver- und Abwasserentsorgungssystems),
- Entwicklung der Siedlungsdichte (Schrumpfung), d.h. Wohnungswirtschaftliches bzw. städtebauliches Anpassungskonzept → Siedlungsdichte verbleibender Strukturen,
- Infrastrukturelles Anpassungskonzept → Investitions-, Anpassungs- und Erneuerungsstrategie,
- Zeitpunkt des Transformationsbeginns im Lebenszyklus der vorhandenen Systeme (Restnutzungszeit, Kapitalvernichtung),
- geeignete Umsetzungsinstrumente zur Verfolgung nachhaltiger Strategien (z.B. für Umsetzung flächenhaften Rückbaus → ggf. Immobilientausch, kommunaler Aufkauf von (verlassenen) Immobilien etc.).

Betrachtet man die Komplexität der Zusammenhänge, so wird klar, warum ein Systemwechsel, abgesehen von einigen Pilotprojekten in Neubaugebieten, die in der Regel keine größeren Rückwirkungen auf die vorhandenen Netze und Anlagen haben, derzeit kaum ernsthaft umgesetzt wird, obwohl unter anderem in den Kernstädten ein erheblicher Teil der Netze abgeschrieben ist. Diese sind jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen aus dem Gesamtnetzzusammenhang herauszulösen, um an diesen Stellen beispielsweise semizentrale Systemalternativen installieren zu können.

Aus diesem Grund orientieren sich die gegenwärtigen Anpassungsstrategien der technischen Infrastruktur gegenwärtig vor allem an den folgenden Kriterien:

- Erhaltung kompakter, dichter Stadtstrukturen durch wohnungswirtschaftliche/städtebauliche Anpassungsstrategien, d.h. Rückbau vom Rand und kostengünstiger Weiterbetrieb vorhandener zentraler Netze und Anlagen,
- Vermeidung von Anpassungsinvestitionen in den Phasen der Schrumpfung durch eine auf die Netzstruktur abgestimmte Stadtumbauplanung.

Ein Systemwechsel wird unter Schrumpfungsbedingungen derzeit nur in Ausnahmefällen diskutiert, vor allem dann, wenn durch Dezentralisierung der Ver- und Entsorgung ohne erheblichen Kapitalverlust, z.B. bei einer Verinselung von Siedlungseinheiten, Funktionsprobleme oder größere Anpassungsinvestitionen vermieden werden können.

Bei genauem Hinsehen zeigt sich jedoch, dass die Auswirkungen auf bestehende Wasserver- und Abwasserentsorgungsnetze recht unterschiedlich sind. Für mögliche Funktionsbeeinträchtigungen verbleibender Netze und Anlagen ist es von Bedeutung, ob ein

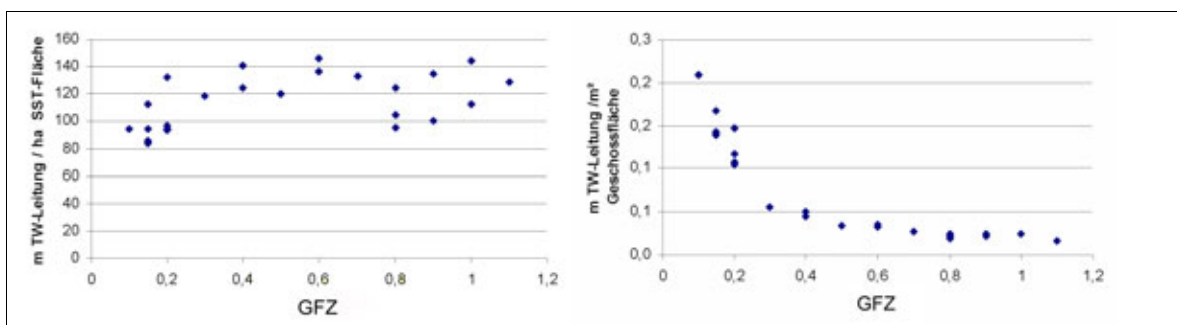
Minderverbrauch in einem Wasserversorgungsnetz auftritt, das auch für die Löschwasserbereitstellung ausgelegt wurde oder nur der Trinkwasserversorgung dient. Ein Mindereinsatz an Schmutzwasser wirkt sich auf ein Trennsystem anders aus als auf ein Mischsystem.

Ein Systemwechsel ist im Siedlungsbestand besonders dann möglich und sinnvoll, wenn sich durch Schrumpfungsprozesse das vorhandene System erheblich verteuert (Fixkostenfalle) oder ggf. wegen funktionaler Probleme vorzeitig erneuert werden muss. Voraussetzung ist unter anderem die Anwendbarkeit alternativer Systeme am konkreten Ort sowie die langfristige ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit. Eine derartige Entscheidung ist z.B. bei Abwassernetzen bei etwa einer dauerhaften Minderauslastung von rund 80 bis 85 Prozent gegeben, bei dem mit erheblichen Funktionsproblemen zu rechnen ist. Dieser Wert klingt zwar hoch, jedoch sind in den neuen Bundesländern durch die Überlagerung von Wanderungsbewegungen, Erhöhung der spezifischen Wohnfläche und einem erheblich veränderten Verbraucherverhalten in Siedlungsbereichen mit rund 50 Prozent Wohnungsleerstand bereits erreicht.

Für Wasserversorgungsnetze kann eine derartige Grenze nur schwer angegeben werden, da hier durch einen oft erheblichen Vermaschungsgrad die Veränderungen in der Netzauslastung recht unterschiedliche und vor allem örtlich sehr differenzierte Probleme aufweisen können.

Für die Beurteilung der ökonomischen Vorteile von Transformationslösungen durch Einführung alternativer Systeme ist jeweils von Bedeutung, in welcher Siedlungsstruktur die Schrumpfungserscheinungen auftreten und entsprechend der Systemwechsel stattfinden soll. Eine prozentuale gleiche Schrumpfrate erzeugt in einer Einfamilienhausstruktur (GFZ=0,1) rund die vierfache spezifische Kostensteigerung pro angeschlossenen Einwohner als in einer dichten innerstädtischen Bebauung mit Mehrfamilienhäusern (GFZ=0,8).

Abbildung 48: Erschließungsaufwand der Trinkwasserversorgung in Abhängigkeit von Siedlungsfläche (links) und -dichte (rechts)*



*Quelle: Eigene Erhebungen.

Erkennbar wird, dass der Erschließungsaufwand in Bezug auf die Siedlungsfläche wenig, dagegen in Bezug auf die Siedlungsdichte (Geschossflächenzahl) erheblich differiert.

Konkret bedeutet dies, dass Transformationsprozesse besonders in dünner besiedelten Stadtgebieten mit erheblichen Schrumpfungserscheinungen interessant sind, dort jedoch heute in der Regel mit einer hohen Rate an Kapitalvernichtung und ggf. mit erheblichen Problemen in den verbleibenden Restnetzen verbunden sind. Hier kommt es also im Falle

eines Systemwechsels vor allem darauf an, einen Wechsel in Systembereichen zu beginnen, die vergleichsweise geringe Bedeutung für nachgelagerte Netzteile haben. Im Gegensatz hierzu sind die Voraussetzungen für einen Systemwechsel in innerstädtischen Lagen, die häufig durch Mischsysteme im Abwasserbereich geprägt sind, vergleichsweise einfacher. Abgesehen von räumlichen Problemen für die Installation einiger Systemalternativen sind hier die potenzielle Kapitalvernichtung in der Regel aufgrund der weitgehend abgeschriebenen Netze und die technischen Folgewirkungen einer Unterauslastung erheblich geringer, sofern sich diese im wesentlichen auf einer Verminderung des Haushaltswasserverbrauchs bezieht. Bei dieser Bewertung wird unterstellt, dass sich die Abwassermengen aus Niederschlagswasser nicht gleichzeitig erheblich vermindern.

Insgesamt sollte deshalb die Basis für einen Vergleich der ökonomischen Nachhaltigkeit immer auch eine Analyse des Kostenverlaufes über den *gesamten* Lebenszyklus der wichtigen Anlagen und Netze beinhalten. Nur so können die langfristigen Kostenentwicklungen von konventionellen Systemlösungen mit alternativen Lösungen sinnvoll verglichen werden. Eine vergleichende Betrachtung nur zum Erstellungszeitpunkt führt bei Schrumpfungerscheinungen, die ggf. auch durch die Einführung von Systemalternativen ausgelöst werden regelmäßig zur Vernachlässigung möglicher nachträglicher spezifischer Kostensteigerungen vor allem bei vorhandenen (zentralen) Systemen. Diese Herangehensweise ist übrigens auch im Falle eines erwarteten Wachstums in Bezug auf mögliche Sprungkosten sinnvoll.

4.3 Reflexion der Instrumente/Varianten aus sozial-ökologischer Sicht

Kern der sozialökologischen Regulation ist die Wahl eines geeigneten Entwicklungs- bzw. Transformationspfades (Kluge/Schramm 2006). Dies bedeutet sowohl eine Entscheidung über die Entwicklungsrichtung als auch der Zeitpunkt für die Einleitung eines Transformationsprozesses zu fällen. Grundvoraussetzung hierfür stellt einerseits die Diskussion und Bewertung der vorhandenen Strukturen und andererseits die Abschätzung der Umsetzungsfolgen („Implementation“) möglicher Transformationspfade vor dem Hintergrund der bestehenden Sozial-, Siedlungs-(Raum-) und Netzstruktur und deren Veränderungsdynamik sowie den sich bietenden Systemalternativen dar.

Eine auf Nachhaltigkeit zielende sozial-ökologische Regulation wird darauf angelegt sein, ein Optimum nicht nur zum gegenwärtigen oder einem Bezugszeitpunkt in der Zukunft, sondern über den gesamten Lebenszyklus eines eingesetzten technischen Systems zu erreichen. Dies schließt die Betrachtung von kritischen Zwischenzuständen in Wechselwirkung zum gewählten Entwicklungs- bzw. Transformationspfad inklusive möglicher oder notwendiger Begleitinstrumente ein.

Die erste Schlüsselgröße für die Analyse der Chancen und Folgewirkungen des Transformationsprozesses liegt in der Beobachtung der Raumentwicklung in ihren Wechselwirkungen zu den Ver- und Entsorgungsstrukturen (z.B. Anschlussdichten/Versorgungsdichte), die in ihrer Entwicklungsdynamik erheblich durch wirtschaftliche, demographische Strukturveränderungen, aber auch durch die Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung von Raumentwicklungsprozessen bestimmt werden. Voraussetzung ist also eine solide Prognose der Siedlungsentwicklung.

Die zweite Schlüsselgröße ist die Analyse und Bewertung bestehender Systemalternativen in ihren Wechselwirkungen zu den vorhandenen Systemen (Ausnahme: Neubau von

Siedlungen), die in ihrer Dimension erheblich vom Verknüpfungsgrad der Systemalternativen mit den vorhandenen Anlagen und Netzen abhängt.

Eine dritte Schlüsselgröße für die Abschätzung von Folgewirkungen der Umsetzung einer Transformation ist die Investitionsstrategie in vorhandene Anlagen und Netze, die im erheblichem Umfang die „Transformationskosten“, d.h. die Kosten der Systemumstellung bestimmt.

Grundsätzlich kann man im Rahmen eines möglichen Transformationsprozesses drei Fallkonstellationen unterscheiden:

- Fall 1: Neubau eines Netzes und der zugehörigen Anlagen in neuem Systemzusammenhang,
- Fall 2: Verzicht auf eine Transformation, Sanierung/Modernisierung der vorhandener Anlagen und Netze in vergleichbarem Standard,
- Fall 3: Transformation vorhandener Anlagen und Netze in einem neuen Systemzusammenhang.

Der erste Fall ist aus der Sicht eines Transformationsprozesses in Bezug auf seine sozialökologischen Folgen vergleichsweise einfach zu beurteilen. Hier gelten die klassischen Verfahren des Kostenvergleiches „neues System versus Anschluss an das vorhandene System“ für eine ökonomische Vergleichsrechnung. Die sozialökologische Folgenabschätzung über den gesamten Lebenszyklus kann dann an den in netWORKS formulierten Indikatoren abgeschätzt werden (z.B. Kluge/Libbe u.a. 2006). Die Möglichkeit des Einsatzes der Systemalternative wird beim Neubau im Wesentlichen bestimmt durch die Akzeptanz des angesprochenen Nutzerkreises (Bauherren), die unter anderem von ökonomischen (Investitionskraft), organisatorischen (Benutzbarkeit, Komfort) und ökologischen Randbedingungen abhängig ist.

Im zweiten Fall wird unterstellt, dass ein vorhandenes System auch für die Zukunft technisch und aus sozial-ökologischer Sicht tragfähig erscheint. Es kann eine erforderliche Sanierung bzw. Modernisierung ohne Probleme nach den bekannten Regeln erfolgen. Dies setzt vor allem bei zentralen Netzen im Regelfall stabile Verhältnisse der Besiedlungsdichte und die Modernisierbarkeit der vorhandenen Anlagen auf den „Stand der Technik“ voraus.

Der dritte Fall geht von davon aus, dass sich die Rahmenbedingungen gravierend verändern, entweder durch technische Innovationen in Form von neu entwickelten Systemalternativen oder aber auch durch massive Veränderungen der Rahmenbedingungen für den Einsatz vorhandener Systeme. In diesem Fall gilt es im Sinne einer sozial-ökologischen Regulation Möglichkeiten für einen Transformationsprozess auszuloten. In die Betrachtungen sind auch die Voraussetzungen und Folgen für die Ablösung des vorhandenen Systems über den gesamten Lebenszyklus zu betrachten, mit allen Rückwirkungen z.B. auch auf die Sanierungs-/Modernisierungsstrategie der vorhandenen Netze und Anlagen. Dies kann in der Konsequenz z.B. der Verzicht auf Sanierung und Modernisierung zur Reduktion der „Transformationskosten“ sein. Der geschilderte Zusammenhang gilt sinngemäß auch für die Einleitung eines Transformationsprozesses aufgrund des Vorhandenseins effizienterer Techniken.

Die parallele Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen den zur Verfügung stehenden Systemalternativen und den Folgen für die vorhandenen Systeme im Rahmen eines

Transformationsprozesses als auch die Betrachtung der Veränderungen der Rahmenbedingungen (Besiedelungsdichte/Versorgungsdichte) sind erforderlich, da die sozial-ökologischen Auswirkungen teilweise vergleichbar sind und sich teilweise überlagern. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Systemalternativen auf den vorhandenen zentralen Strukturen aufbauen und mit diesen eng verknüpft sind.

4.3.1 Beispiel für die Transformation vorhandener Anlagen und Netze in einen neuen Systemzusammenhang

Bei einer massiven Verminderung der Versorgungsdichte in einem vorhandenen zentral erschlossenen Versorgungsgebiet durch eine Erhöhung der spezifischen Wohnfläche pro Einwohner, Leerstand oder dispersen Rückbau führt eine systematische Erneuerung zentraler Netzstrukturen im Extremfall zu einem neuwertigem Netz ohne eine nennenswerte Anschlussdichte bzw. Anschlussnehmer. Die spezifisch anfallenden Fixkosten erhöhen sich theoretisch exponential. Für die verbleibenden Nutzer ist dies sozial nicht verträglich. In der Konsequenz wird deshalb voraussichtlich eher ein anderer Weg eingeschlagen, d.h. notwendige Anpassungen und Instandhaltungen seitens des Betreibers zurückgestellt. Die Netze und Anlagen verfallen mit entsprechenden ökologischen Konsequenzen z.B. für den Grundwasserschutz.

Als Systemalternativen stehen mehrere folgende semi-dezentrale Techniken zu Verfügung. Diese unterscheiden sich durch den Grad der Verknüpfung mit dem vorhandenen System und durch die Investitionsintensität:

- flächendeckende Einführung der Regenwassernutzung,
- Einführung der Stoffstromtrennung (Urinseparation),
- Einführung eines komplexen semi-dezentralen urbanen Infrastruktursystems (DEUS).

Die ersten beiden Varianten führen zu einer Verschärfung und langfristigen Zementierung der Schrumpfungseffekte für die verbleibenden Netzstrukturen (Fixkostenfalle), vor allem wenn diese in Versorgungsbereichen umgesetzt werden, in denen der Löschwasserbedarf über das Trinkwassernetz und/oder die Abwasserentsorgung über ein Trennsystem erfolgen. Nach einer flächendeckenden Einführung der Systemalternative sind für alle Nutzer höhere Kosten zu erwarten, da die vorhandenen Systeme der zentralen Wasserver- und der zentralen Abwasserentsorgung noch erforderlich, jedoch erheblich schlechter ausgelastet und Zusatzkosten durch die Installation der Systemalternative entstanden sind.

Im Vergleich zu den ersten beiden Systemalternativen besteht im dritten Fall (DEUS) die Chance einer weitgehenden Entkoppelung des vorhandenen zentralen von dem zukünftig semi-dezentralen System (DEUS). Durch diese Entkoppelung entstehen zwar ebenfalls in der Transformationsphase Mehrkosten durch vorzeitige Abschreibung der vorhandenen Anlagen und Netze, sie führt aber langfristig zu einem der neuen (entdichteten) Siedlungsstruktur angepassten Ver- und Entsorgungssystem. Dadurch sind langfristig ökonomisch günstige und sozialverträgliche Strukturen zu erwarten. Insgesamt wird damit eine neue Sicht auf kombinierte intelligente Systemlösungen eröffnet, die nicht mehr das Wasser in seiner „Stand-alone“-Funktion betrachten, sondern in seinen jeweiligen Verknüpfungen, so, dass Regenwasser in seinen nutzungsspezifischen Anpassungen – Abwasser wird als Ressource begriffen, aus der man Energie und Nährstoffe gewinnt. Die nicht mehr genutzten Kanalisationsstränge, wenn sie denn nicht weiter als Regenwassersamm-

ler dienen, können ggf. auch zur Verlegung anderer Infrastruktureinrichtungen dienen, wie Energie, Kabel für Information und Datenträger etc.

Aufgrund der semizentral angelegten Systemauslegung von DEUS ist eine Anwendung in stark schrumpfenden Stadtgebieten, die sich zu „Siedlunginseln“ entwickeln ggf. eine interessante Alternative. Eine derartige Entwicklung ist sogar in innerstädtischen Lagen denkbar.

Wird durch eine bewusste Steuerung von Schrumpfungsprozessen, z.B. in Form eines flächenhaften Abrisses von Gebäuden von den Netzen her, eine Stabilisierung der bestehenden zentralen Netze erreicht, entfällt jedoch ggf. der ökonomische Anreiz für einen Transformationsprozess, der bei den anderen Schrumpfungsvarianten und der damit verbundenen nachträglichen Verteuerung zentraler Netzstrukturen (Fixkostenfalle) zu sehen ist.

4.4 Wesentliche Schlussfolgerung für die Einleitung von Transformationsprozessen mit dem Ziel eines Systemwechsels

Die Voraussetzungen und Ansätze für Transformationsprozesse und damit verbundene Systemwechsel können wie folgt kurz zusammengefasst werden:

- Ein Systemwechsel liegt aufgrund der ohnehin hohen spezifischen Kosten zentraler Systeme in den weniger verdichteten Siedlungsstrukturen beim Neubau von Siedlungen nahe. Die Kosten alternativer Systeme, aber auch weitere Systemvorteile der getrennten Behandlung und Verwertung können in diesen Strukturen langfristig erhebliche Vorteile aufweisen. Die Schrumpfungssensibilität nimmt durch die Einführung dezentraler bzw. semizentraler Anlagenkonzepte tendenziell ab.
- In bestehenden geringer verdichteten Siedlungsbereichen ist die Ablösung vorhandener zentraler Systeme durch alternative Systeme oder auch deren Integration in die vorhandenen zentralen Systeme dagegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt in der Regel mit erheblichen Kapitalverlusten aufgrund nicht abgeschriebener Netze und Anlagen verbunden. Daraus ergibt sich vor allem ein ökonomisches Problem, obwohl eine Transformation aus technischer und ökologischer Sicht durchaus interessant sein kann.
- Unter bestimmten Randbedingungen kann dagegen ein Systemwechsel in den (stark schrumpfenden) innerstädtischen Siedlungsbereichen interessant sein. Die Einführung semizentraler Lösungen kann ggf. dazu beitragen, Probleme durch Ablagerungen infolge eines stark reduzierten Schmutzwasseranfalles in der Mischkanalisation zu entschärfen. Durch eine dezentrale oder semizentrale Abwasseraufbereitung von häuslichem Schmutzwasser besteht die Möglichkeit, diese Netze relativ problemlos für die Ableitung von gereinigtem Schmutzwasser und Niederschlagswasser weiter zu nutzen und so im Sinne einer Systemtransformation (nachträglich) eine Teilkopplung zu erzeugen. Weitergehende Effekte, z.B. die Abwärmenutzung aus Abwasser, sind möglich, wenngleich die Umsetzung in bebauten Lagen komplexer ist, als beim Neubau auf der „grünen Wiese“.

Grundsätzlich sollten deshalb bei der Entscheidung über eine mögliche Systemtransformation eine Analyse und Bewertung der erreichbaren Effekte über den gesamten Lebenszyklus und die über das Gesamtsystem zu Grunde liegen. Bestehende Systemalternativen sind gegenüber dem Weiterbetrieb der vorhandenen Anlagen abzuwägen. Mögli-

che Entwicklungen in Bezug auf Wachstum und Schrumpfung sind in den Systemvergleich und die Bewertung einzubeziehen, ebenso die Optionen, die sich aus der veränderten Behandlung von Stoffströmen ergeben. Insofern stehen wir in der Bewertung von Systemalternativen vor einem Paradigmenwechsel.

Als Maßstab können die Nachhaltigkeitsindikatoren in der im Forschungsverbund erarbeiteten Entscheidungshilfe herangezogen werden.

Darüber hinaus sollten in die sozial-ökologische Bewertung von Transformationspfaden weitere wichtige Aspekte integriert werden (Kluge/Libbe u.a. 2006). Diese Aspekte betreffen unter anderem:

- Die Betrachtung nicht intendierter Folgen, die durch den Transformationsprozess ausgelöst werden können. Erforderliche Umrüstungen und Nachinstallationen in bestehenden Gebäuden sind z.B. einerseits Anlass für weitere Gebäudemodernisierungen und damit verbundene (nicht beabsichtigte) Mietsteigerungen, lösen jedoch andererseits auch positive Arbeitsmarkteffekte aus.
- Die Zugangsmöglichkeiten zu Systemalternativen. Regelungsbedarf besteht aus sozial-ökologischer Sicht z.B. in der Frage der Erstellung und des Betriebes der hier zugrunde gelegten (dezentralen) Systemalternativen. Unter heutigen Rahmenbedingungen ist eher die private Errichtung inkl. des Betriebes zu erwarten. Dies würde den Zugang zu den Systemalternativen für sozial schwache Bevölkerungsgruppen bei hoher Komplexität und zu finanzierenden Erstellungskosten stark einschränken, somit auch eine flächendeckende Einführung in Frage stellen.

Weitere Aspekte sind die Fragen der Qualitätskontrolle dezentraler oder semizentraler Systemalternativen und die Konsequenzen für bestehende Kooperationsbeziehungen. Bei Wegfall zentraler Netzstrukturen entfallen z.B. die Aufgaben der Netzkoordination im Rahmen eines Abwasserverbandes. Dafür treten jedoch neue Aufgabenfelder, wie die der Überwachung und Kontrolle dezentraler Einrichtungen, hinzu.

Bestehende Lösungsmöglichkeiten, z.B. die zentrale Betriebsführung dezentraler Anlagen ggf. auch in Form von ppp-Modellen als Antworten zur Ausgestaltung eines erfolgreichen Transformationsprozesses, sollten in die Bewertung ebenfalls eingehen.

Die Komplexität der angesprochenen Fragen zeigt, dass eine Systemtransformation nur im Rahmen eines Prozesses, der sozial-ökologische Regulation zu gestalten ist.

5. FAZIT – Stehen wir vor einem Systemwechsel?

Die Wasserwirtschaft steht einerseits durch eine nach wie vor expansive Siedlungsentwicklung (flächenbezogene Zersiedelung) und durch die absehbaren Auswirkungen sinkender Einwohnerzahlen (demographischer Wandel, Stadtschrumpfung) vor einem erheblichen (Fix-)Kostenproblem. Der spezifische Erschließungsaufwand wird insbesondere in schrumpfenden Städten und/oder Regionen zur deutlichen Erhöhung des Fixkostenanteiles für jeden einzelnen Nutzer zentraler Systeme führen. Die Kapitalbindung pro Einwohner wird sich in einzelnen Regionen in den kommenden 25 Jahren knapp verdoppeln, wenn mit den Schrumpfungsprozessen keine Reduzierung der erschlossenen Fläche verbunden ist.

In der Konsequenz ergeben sich für viele Kommunen nur die folgenden Reaktions- bzw. Entwicklungsmöglichkeiten:

- Senkung der Erneuerungsrate zugunsten relativer Preis- und Gebührenstabilität („Betreiben aus der Substanz heraus“) und/oder
- Deutliche Preis- und Gebührenerhöhungen zugunsten einer wertbewahrenden, langfristigen nachhaltigen Betriebsweise, aber zu Lasten der Sozialverträglichkeit sowie ein
- Teilumbau in stark entdichteten Siedlungsbereichen, ggf. auch in Richtung dezentraler/semizentraler Systeme zur Sicherung der Funktionsfähigkeit.

Hinzu kommt der, vor allem aus wohnungswirtschaftlicher Sicht notwendig gewordene Stadtumbau. Er tangiert als weiterer wichtiger Einflussfaktor ökonomische und soziale Nachhaltigkeit der vorhandenen Ver- und Entsorgungssysteme infolge der Verpflichtungen zum Rückbau von Infrastruktur.

Es ist also ein erhebliches ökonomisches Nachhaltigkeitsdefizit zu erkennen. Die Entscheidung, wann eine Systemalternative zu einer vorteilhaften nachhaltigen Konstellation führt, kann aufgrund der Vielzahl an Randbedingungen nur vor den konkreten örtlichen Randbedingungen getroffen werden.

Die Kenntnis über die derzeit ablaufenden demographischen und räumlichen Entwicklungsprozesse lässt jedoch die Notwendigkeit erkennen, durch Transformationsprozesse in der Wasserwirtschaft begleitend zu reagieren. Dies gilt prinzipiell gleichermaßen für eine nachhaltige Anpassung der technischen Infrastruktur im Rahmen von Wachstums- und Schrumpfungsprozessen. Darüber hinaus ist die Offenheit der Systemlösungen für technische Innovationen z.B. im Sinne der ökologischen Nachhaltigkeit von Interesse.

Transformationspfade eröffnen sich insbesondere, wenn Systemlösungen den im Forschungsverbund herausgestellten Nachhaltigkeitskriterien oder Leitlinien genügen (vgl. auch Kluge/Libbe u.a. 2006):

- Transformationsoffenheit – Fähigkeit von Systemen, neue Strukturen und Prozesse auszubilden.
- Adaptivität (Anpassungsfähigkeit) – Anpassung von Systemen an Zielzuständen im Prozess, ohne dass es zu einer tief greifenden Änderung des Systems kommt. Diese Fähigkeit zur Anpassung setzt vor allem Flexibilität des Systems voraus.
- Flexibilität – neben der Adaptivität auch Systemvoraussetzung für die Transformation eines Infrastruktursystems.

- Modularität – Systeme nach einer Art „Baukastenprinzip“.

Grundprinzip sollte die Sicherstellung von Versorgungssicherheit sein. Daraus ergeben sich für die beiden Bereiche der Siedlungswasserwirtschaft folgende Thesen:

Fazit für die Wasserversorgung

Für einen Systemwechsel in der Wasserversorgung in Richtung dezentraler oder semi-zentraler Anlagen stellen sich vor allem zwei wichtige Probleme: kostengünstige und robuste (qualitativ hochwertige) Aufbereitungstechnologien und die Versorgungssicherheit. Grundsätzlich sind technische Alternativen zu zentralen Aufbereitungstechnologien in Form von geeigneten Wasseraufbereitungstechnologien (Membrantechnologien, Mikrofiltration, etc.) bekannt und erprobt, wenngleich eine kontinuierliche Qualitätssicherung als auch die Versorgungssicherheit vor allem bei rein dezentralen Systemen (Einzelgebäudeversorgung) problematisch erscheint. Hier sind nur sehr aufwendige Lösungsmöglichkeiten in Form der Vorhaltung erheblicher Reservekapazitäten denkbar. Semizentrale Lösungen schneiden hier besser ab.

Die zentrale Wasserversorgung wird deshalb vor allem dort Vorrang behalten, wo eine hohe Versorgungssicherheit angestrebt wird bzw. ein Mangel an dezentral nutzbaren Ressourcen vorhanden ist. Entsprechend wird der Einsatz dezentraler Systeme auf Inselanlagen und vergleichsweise dünn besiedelten Gebieten beschränkt bleiben.

Fazit für die Abwasserentsorgung

Zentrale Fragen für die Einführung dezentraler oder semizentraler Systeme in der Abwasserentsorgung sind eine kostengünstige und umweltverträgliche Abwasserreinigungssysteme und Anlagen sowie die Möglichkeit der dezentralen Abwasserableitung (ggf. auch Versickerung) oder Wiederverwendung. Voraussetzung hierfür sind in der Regel die Reduzierung des Wasserverbrauchs bzw. eine Kreislaufführung (Abwasseraufbereitung zu Brauchwasser), da die dezentrale Abwasserableitung in dicht bebauten Gebieten neben den qualitativen Problemen auch quantitative Probleme aufwirft. Dieser Zusammenhang bedeutet, dass ein Systemwechsel nur dann langfristig sinnvoll ist, wenn sich die Systemalternativen langfristig entkoppeln lassen. Gelingt dies nicht, führt ein beabsichtigter Systemwechsel für die weiterhin erforderlichen zentralen Netze und Anlagen zu allen dargestellten negativen Begleiterscheinungen der Schrumpfung. Neben der Verminderung der Effizienz des (zentralen) Gesamtsystems wird darüber hinaus in diesen Fällen ein Systemwechsel längerfristig verhindert.

6. Wegweiser

6.1 Referenzprojekte

- *Bielefeld-Waldquelle, Ökosiedlung.* Genossenschaftsmodell mit eigener Trinkwasserversorgung über Brunnenanlagen, Komposttoiletten und Grauwasserreinigung in einer Pflanzenkläranlage. Komplette Autarkisierung der Ver- und Entsorgung.
- *Frankfurt am Main.* Die Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW hat in Ihren neuen Gebäuden ein umfassendes Energie- und Wassersparkonzept umgesetzt: Vakuumkanalisation, Regenwassernutzung sowie Grauwasseraufbereitung und -nutzung.
- *Freiburg, BKF.* Der Biomüll (Organische Haushaltsabfälle) von nahezu einer halben Millionen Menschen in Freiburg und den angrenzenden Gemeinden wird separat gesammelt und von der BKF zu Dünger verarbeitet. Das bei der Vergärung entstehende Biogas wird zur Stromproduktion eingesetzt. Der entstehende Dünger erfüllt die Qualitätsanforderungen für Gartenerde.
- *Freiburg, Vauban.* In einem modernen Wohn- und Bürogebäude wurde ein umfassendes Abwasserkonzept mit Vakuumkanalisation, Biogasanlage, Grauwasseraufbereitung, Regenwasserversickerung, etc. umgesetzt.
- *Hannover, Öko-Technik-Park.* Hägewiesen: Experimentierpark über die dezentrale Reinigung von Abwasser in verdichteten Räumen. Auf engem Raum kommen verschiedenste Technologien zum Einsatz: Vakuumkanalisation, Grauwasseraufbereitung in Schilfbeeten und einer Rotationstropfkörperanlage, Trenntoiletten, wasserlose Urinale und Regenwassernutzung.
- *Knittlingen.* Forschungs- und Demonstrationsvorhaben für etwa 100 neue Wohngrundstücke. Aufbereitung des gesammelten Abwassers mit Hilfe moderner Membran- und Reaktortechnologie, organische Bestandteile zu Biogas vergoren und Phosphor- und Stickstoffsalze als wertvolle Düngemittel zurückgewonnen. Das Biogas versorgt die Anlage mit Strom und Wärme, Überschussstrom wird in das Versorgungsnetz eingespeist. Abwasser kann nach der Reinigung zur Bewässerung genutzt werden oder versickern. Regenwassersammlung und in Trinkwasserqualität als Brauchwasser zur Verfügung gestellt.
- *Schöneiche, Landhofsiedlung.* Klassische Trinkwasserversorgung, Komposttoiletten, zentrale Sammlung des Grauwassers in einer Gruppenkläranlage (Pflanzenkläranlage).
- *Sieben-Linden, Ökodorf.* Eine sozial-ökologische Modellsiedlung in der Altmark (Sachsen-Anhalt). Alle Häuser können nur an die lokale Trinkwasserversorgung und die Pflanzenkläranlage in Sieben Linden angeschlossen werden. In die von der Genossenschaft erstellte Grauwasseranlage können ausschließlich als Grauwasser zu bezeichnende Abwässer eingeleitet werden. Sollte ein Umbau/Neubau der PKA zur Einleitung von fäkalienführenden Abwässern gewünscht und beschlossen werden, so sind die diesbezüglichen Mehrkosten für Errichtung und Betrieb gegenüber der Grauwasservariante von den WC-BenutzerInnen zu tragen. „Plumpsklo“ (als eine Art der Komposttoilette).

6.2 Literatur

- Altner, Günter, u.a. (Hrsg.) (2002): Jahrbuch Ökologie 2003. München.
- ATV-DVWK (2003): Zahlen und Fakten zum Thema „Wasser“. (abrufbar unter: <http://www.atv.de/aktuell/kurzmeld/zahlen-fakten.html>, Abrufdatum: 18.9.2003).
- ATV-DVWK (Hrsg.) (2001): Nachhaltige Wasserwirtschaft. Teil 1: Abwasser. Hennef.
- ATV-DVWK (Hrsg.) (2002): Überlegungen zu einer nachhaltigen Siedlungswasserwirtschaft. Hennef.
- ATV-DVWK (Hrsg.) (2002): Umfrage zum Zustand der Kanalisation in Deutschland. In: Korrespondenz Abwasser 03/2002.
- Bahlo, Klaus/Wach, Gerd (1992): Naturnahe Abwasserreinigung. Freiburg/Breisgau.
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (STMUGV) (2004): Abwasserentsorgungskonzepte: Abwasserentsorgung im ländlichen Raum. (<http://www.applis.bayern.de/rzkka/downloads/Abwasserentsorgungskonzepte.pdf>; Abrufdatum: 9.3.2004).
- Berger, Christian/Lohaus, Johannes/Wittner, Andreas/Schäfer, Ruth (2001): Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der ATV-DVWK-Umfrage 2001. (<http://www.atv.de/download/kanalumfrage.pdf>, Abrufdatum: 2/2003)
- Berger, Christian/Lohaus, Johannes (2003): Zustand der Kanalisation in Deutschland. In: wwt awt, Nr. 7-8/2003, S. 10-16.
- Berger, Christian/Lohaus, Johannes (2004): Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der DWA-Umfrage 2004. In: KA-Abwasser, Abfall 52(5), S. 528-539 (2005) (http://www.dwa.de/download/Kanalisation_De2004.pdf, Abrufdatum: 2/2005).
- BGW – Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (2003-1): Trinkwasser – ein Qualitätsprodukt. (<http://www.bundesverband-gas-und-wasser.de/bgw/trinkwasser/was.htm>, Abrufdatum: 12.3.03).
- BGW – Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (2003-2): Marktdaten Abwasser 2003, Ergebnisse der gemeinsamen Umfrage zur Abwasserentsorgung der ATV-DVWK und dem BGW. (http://www.bgw.de/pdf/0.1_resource_2004_10_11_5.pdf, Abrufdatum: 21.9.04).
- Bierstedt, Sandra/Heine, Arndt (2005): „Das abflusslose Grundstück“ – eine Bilanzierung unter den Bedingungen des Landes Brandenburg. Cottbus. In: KA – Abwasser, Abfall 2005 (52) Nr. 2, S. 153-157.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2000): Aktionskonzept Nachhaltige und wettbewerbsfähige deutsche Wasserwirtschaft. Fachberichte. 2. Aufl. Karlsruhe.
- Brauer, H. (Hrsg.) (1996): Handbuch des Umweltschutzes und der Umwelttechnik. Additiver Umweltschutz: Behandlung von Abwässern. Berlin und Heidelberg.
- Braun, Frank M. (2005): Wirtschaftlichkeit – Kosten von Sanierungsverfahren. (<http://www.planungsschmiede.de/taetigkeit/kanal.html#top>, Abrufdatum: 14.3.05)
- BUND (1998): Zukunft ohne Kanal – Dezentrale Abwasserbehandlung in Niedersachsen. In: BUND-Berichte Nr. 18, BUND LV Niedersachsen. Hannover.
- Bundesumweltministerium (BMU) (Hrsg.) (2000): Stand der Abwasserbeseitigung in der Bundesrepublik Deutschland. (http://www.bmu.de/download/dateien/abwasser_lageberichte.pdf, Zugriff: 12.3.04).
- Busse, Anja (2003): Kleinkläranlagen mit Mikrofiltration. In: wwt awt Nr. 7-8/2003, S. 36-38.
- Castell-Exner, Claudia/Mendel, Birgit/Ließfeld, Rainer (2001): Die neue Trinkwasserverordnung, Teil 3. In: Energie Wasser Praxis Nr. 7/8/2001, DVGW (Hrsg.) Bonn.

- Csicsaky, Michael J. (2003): Die Trinkwasserverordnung (2001). In: GWF-Wasser/Abwasser Nr. 13/2003.
- Deutsche Bank Research (2003): Aktuelle Themen: Wasser: Optionen für Wettbewerb nutzen, vom 20. März 2003, S. 19-21.
- Deutsche Bank Research (2003): Wasser: Optionen für Wettbewerb nutzen. Aktuelle Themen vom 20. März 2003, S. 19-21. Frankfurt am Main.
- Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen (GSTT) (1998): Leitfaden zur Auswahl von Bauverfahren für den Bau und die Instandhaltung erdverlegter Leitungen unter umweltrelevanten und ökonomischen Gesichtspunkten. Hamburg.
- DIN EN 752-5 (11/1997): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Teil 5: Sanierung.
- Dilg, Rainer (1999): Moderne Inliner-Verfahren für grabenlose Kanalsanierung. In: 3R Rohre Rohrleitungsbau Rohrleitungstransport, Nr. 3/4/1999.
- Engel, Norbert (2003): Strategien und Kosten der Sanierung von öffentlichen Kanalnetzen. Technische Akademie Hannover vom 8.10.2003. (http://www.ta-hannover.de/newsletter/04_04/engel.pdf, Zugriff: 5.1.05).
- Esser, Birgit/Baum, Anett (2003): Europäische Wasserrahmenrichtlinie – Aktivitäten der ATV-DVWK im Zusammenhang mit der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL). In: WW – Wasserwirtschaft 2003, Nr. 5.
- EUWID Wasser und Abwasser (2004): EUWID, Europäischer Wirtschaftsdienst, Wasser und Abwasser, Nr. 15/2004. (<http://www.euwid-wasser.de>, Zugriff: 3.4.05).
- EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst (Hrsg.) (2003): Wasser und Abwasser Nr. 7 vom 1.4.2003. Gernsbach.
- Ewers, Hans-Jürgen, u.a. (2001): Optionen, Chancen und Rahmenbedingungen einer Marktöffnung für eine nachhaltige Wasserversorgung – Endbericht Juli 2001. BMWi-Forschungsvorhaben, 11/00.
- Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. (fbr): Trinkwasserverordnung (<http://www.fbr.de/aktuell/trinkwasserverordnung.htm>, Abrufdatum: 6.3.04).
- Franz, Torsten/Kühn, Volker/Krebs, Peter (2005): Rahmenbedingungen der Entscheidungsfindung für oder gegen die dezentrale Abwasserbeseitigung und ihre Folgen. Dresden. In: KA – Abwasser, Abfall 2005 (52) Nr. 2, S. 141-145.
- Fröhlich, Anton/Kraume, Isabelle/Lesouëf, André/Oldenburger, Martin (2004): Separate Ableitung und Behandlung von Urin, Fäkalien und Grauwasser – ein Pilotprojekt. In: KA – Abwasser, Abfall. Nr. 1/2001, S. 38-43.
- Geiler, N. (2003): Bleiben Wasserwerke auf ihrem Wasser sitzen? In: wwt, 10-11/2003, S. 22-23.
- Gretzschel, Oliver/Grotehusmann, Dieter/Meier, Wolfgang: Vorreinigung von Niederschlagsabflüssen vor der Versickerung. In: Wasser & Boden. Nr. 1,2/2003, S. 56-61.
- Gujer, W./Larsen, T.A.: Technologische Anforderungen an eine nachhaltige Wasserwirtschaft. In: Weigert, B./Drewes, J. E. u.a. Wasserwirtschaft in urbanen Räumen – Anforderungen und Lösungsansätze zur Nachhaltigkeit, Schriftenreihe Wasserforschung Bd. 3, Wasserforschung e.V., Berlin, S. 65-82 (www.wasserforschung-berlin.de/schrift/band3/3-gu&lar.pdf, Abrufdatum: 28.1.05).
- Günthert, F.W./Reicherter, E. (2001): Investitionskosten der Abwasserentsorgung. München.
- Gutsche, J.-M. (2003): Fiskalische Auswirkungen neuer Wohngebiete auf die kommunalen Haushalte – Modellrechnungen und Erhebungsergebnisse am Beispiel des Großraums Hamburg. In: ECTL Working Paper 18, 2003.

- GTZ (2004): Public Private Partnership im Infrastrukturbereich. (<http://www.gtz.de/ppi/kontext.html>, Abrufdatum: 2.3.2004).
- GTZ: Projekt EcoSan der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) mbH. (<http://www.gtz.de/ecosan>, Abrufdatum: 16.3.04).
- Hagendorf, Ulrich (2003): Gefährdungspotential undichter Abwasserkanäle – Risiko für Boden und Grundwasser? UBA Umweltbundesamt, Langen, im: GSF (2003): Seminarband Wasser – Reservoir des Lebens, Aktuelle Fragen zu Wasserversorgung und –hygiene. (http://www.gsf.de/flugs/wasser/27_48.pdf, Zugriff: 14.3.05).
- Halbach, Uwe u.a. (2000): Abwasserkosten 2000 – für ostdeutsche Kommunen und Verbände. Institut für Abwasserwirtschaft Halbach (Hrsg.). Werdau.
- Halbach, Uwe (2003): Abwasserentsorgung in Brandenburg – Orientierungswerte 2003 – Aufwand für die Abwasserableitung und Abwasserentsorgung in Brandenburg. Im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung MLUR. Potsdam.
- Hein, Andreas/Neumann, Frank (2001): Wasserwirtschaft als Zukunfts- und internationaler Wachstumsmarkt. Steht Deutschland mit regionalen Monopolen im Abseits? In: GWF-Wasser/Abwasser 4/2001.
- Herz, Raimund/Krug, Roland (2000): Sanierungsbedarf und Sanierungsstrategien für Abwassernetze. 11. Leipziger Bau-Seminar 5.10.2000. (<http://www.kanal-software.de/pdf/service/artikeldownload/leipzig051000.pdf>, Abrufdatum: 9.3.2005).
- Herz, Raimund/Werner, Matthias/Marschke, Lars (2002): Erfordernisse und Finanzierung der Anpassung stadttechnischer Infrastruktur im Zuge des Stadtumbaus. Abschlussbericht – Unterirdischer Städtebau. Dresden.
- Herz, Raimund (2002): Forschen für den Erhalt des Untergrunds. Messenachricht der IFAT 2002, München vom 6.5.2002, (<http://www.innovations-report.de/html/berichte/messenachrichten/bericht-9755.html>, Abrufdatum: 4.11.04).
- Heymann, Eric (2000): Die Wasserwirtschaft im Zeichen von Liberalisierung und Privatisierung. In: Deutsche Bank Research (Hrsg.): Aktuelle Themen Nr. 176. Frankfurt am Main.
- Hiessl, Harald/Herbst, H. (2001): Umgestaltung kommunaler Abwasserentsorgungskonzepte. In: Dohmann, M./Kölling, V. (Hrsg.): 34. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft vom 14.3-16.3.2001 in Aachen. Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen (Gewässerschutz, Wasser, Abwasser 184), S. 13/1-13/18.
- Hiessl, Harald/Herbst, H. (2002): Umsetzungsstrategie zur Einführung marktorientierter Wasserinfrastruktursysteme in Deutschland. In: Dohmann, M. (Hrsg.): 35. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft Aachen. Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen (Gewässerschutz, Wasser, Abwasser Bd. 88), S. 46/1-46/13.
- Hiessl, Harald/Prager, J. (2002): Kosten-Nutzen-Vergleich alternativer Wasserinfrastrukturkonzepte im Projekt AKWA 2100. In: Dohmann, M. (Hrsg.): 35. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft Aachen. Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen, (Gewässerschutz, Wasser, Abwasser Bd. 88), S. 47/1-47/17.
- Hiessl, Harald/Toussaint, Dominik/Becker, Michael/Dyrbusch, Amely/Geisler, Silke/Herbst, Heinrich/Prager, Jens U. (2003): Alternativen der kommunalen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung AKWA 2100. Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI). Heidelberg.
- Hill, Stefan/Ramm, Kerstin (2003): Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Rheinland-Pfalz. In: Wasserwirtschaft, 93,7/8, S. 10-13.

- Hillenbrand, Thomas/Böhm, Eberhard: Neue Entwässerungskonzepte - Warum? In: Institut für Siedlungswasserwirtschaft (Karlsruhe, Univ.); Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe (Hrsg.): Neue Wege in der Siedlungsentwässerung. Karlsruhe: Institut für Siedlungswasserwirtschaft, 2001, S. 43-68.
- Hirner, W. (1997): Zustandsorientierte Instandhaltung durch Kennzahlenanalyse in der Wasserverteilung, in: GWF-Wasser Special 138/2,3, S. 15-22.
- Hirner, W. (1998): Erneuerungsstrategien, Kennzahlenanalyse der Rohrleitungen, Manuskript Bregenzer Rohrleitungstage 29.9.1998.
- Hosang, Wilhelm/Bischof, Wolfgang (1998): Abwassertechnik. Leipzig.
- Jansen, Karl (2004): Strukturierung, Ermittlung und Ziele langfristiger Sanierungsstrategien nach ATV-DVWK M143/Teil 14. Vortrag an der Uni Leipzig vom 13.01.2004. (http://www.kanal-software.de/pdf/service/artikeldownload/ermittlung_und_ziele_langfristiger_san-strategien.pdf, Abrufdatum: 15.3.2005).
- Keim, Karl-Dieter (2001): Andere Städte und Regionen durch Schrumpfungsprozesse. Zur aktuellen Lage in den ostdeutschen Bundesländern, (http://www.schader-stiftung.de/docs/wohnwandel_keim.pdf, Abrufdatum: 26.1.05).
- Kluge, Thomas/Libbe, Jens/Scheele, Ulrich (2005): Kommunales Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft. Überblick über den Ansatz des Forschungsverbundes netWORKS. Eichhorn. In: Eichhorn, Peter/Püttner, Günter (Hrsg.), Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen, Bd. 28, H. 3, Baden-Baden, S. 283-299.
- Kluge, Thomas/Schramm, Engelbert (2006): Transformationsmanagement in Kommunen. In: Kluge, Thomas/Libbe, Jens (2006): Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser. Berlin (Difu-Beiträge zur Stadtforschung, im Erscheinen).
- Kluge, Thomas/Libbe, Jens/Scheele, Ulrich/Schramm, Engelbert/Trapp, Jan Hendrik (2006): Der netWORKS-Ansatz zur integrierten Strategiebildung. In: Kluge, Thomas/Libbe, Jens /2006): Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser. Berlin (Difu-Beiträge zur Stadtforschung, im Erscheinen).
- Kommunale Umwelt-Aktion U.A.N. (1997): Pflanzenkläranlagen. Hannover.
- Koziol, Matthias/Walther, Jörg (2002): Folgen des Städtumbaus für die Netze der Stadttechnik und des Verkehrs. Cottbus.
- Koziol, Matthias/Walther, Jörg (2003): Parameter zur Anpassung stadttechnischer Netze und Anlagen im Städtumbauprozess. Cottbus, 2. Fassung.
- Lange, Jörg/Otterpohl, Ralf (1997): Abwasser – Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft. Donaueschingen-Pföhrn.
- Lange, Jörg/Delleske, Andreas/Müller-Clemm, Alex (1997): Ökologisches Sanitärkonzept für ein Wohn- und Bürogebäude – Passivhaus »Wohnen & Arbeiten« (<http://www.passivhaus-vauban.de/dbu-antrag-1.html>, Abrufdatum: 9.3.2004).
- LAWA Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (2005): Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien).
- Leist, Hans-Jürgen (2002): Anforderungen an eine nachhaltige Trinkwasserversorgung. Teil II: Nebenwirkungen von Wassersparmaßnahmen. In: GWF-Wasser/Abwasser Heft 1, 2002, S. 44-53.
- Libbe, Jens/Trapp, Jan Hendrik (2005): Gemeinwohlsicherung als herausforderung – kommunale Gestaltungspotenziale in differenzierten Formen der Aufgabenwahrnehmung. Eine Positionsbestimmung. Berlin (<http://www.networks-group.de/veroeffentlichungen>).
- Londong, J. (2004): Infrastruktur Abwasser – Ländlicher Raum. Skript zur Vorlesung, Universität Weimar, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft (<http://www.uni-weimar.de/>

- Bauing/siwawi/Sturi/Vorlesungen/GL_Infra_Abwasser/VIA10%20Laendlicher%20Raum.pdf, Abrufdatum: 9.3.04)
- Ludin, Daniela/Rahmeyer, Fritz/Wörner, Daniela (2001): Nachhaltige Wasserwirtschaft durch Synergie. Mögliche Kooperationen bei der Wasserver- und -entsorgung. Augsburg (Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe Beitrag Nr. 204).
- Mehlhorn, Hans (2001): Liberalisierung der Wasserversorgung. Infrastrukturelle und technische Voraussetzungen der Wasserdurchleitung. In: GWF-Wasser/Abwasser, Heft 2/2001, S.103-113.
- Mennerich, A. (2003): Wartung von Kleinkläranlagen (http://www.hwk-lueneburg-stade.de/Veranstaltungen/Zukunftstag_fur_Bauhandwerker/WartungvonKleinklaeranlagen.pdf; Abrufdatum: 9.3.2004).
- Naturschutzbund Deutschland (NABU) (2002): Die EU-Wasserrahmenrichtlinie und ihre Bedeutung für den Naturschutz. Ergebnisse eines Seminars der NABU-Akademie Gut Sunder vom 6. bis 7.4.2002 (http://www.nabu-akademie.de/berichte/02_wrrl-e.htm, Abrufdatum: 9.5.2005).
- Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.) (2002): Zukunftsfähige Wasserversorgung in Niedersachsen. Abschlussbericht der Regierungskommission. In: Graue Reihe des Niedersächsischen Umweltministeriums. (http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C1687189_L20.pdf; Abrufdatum: 10.0.2005).
- Otterpohl, Ralf (2000): Zwischen Utopie und Realität: Weg von der anthropogenen Gewässerbelastung. In: Weigert, Bodo (Hrsg.) (2000): Chemische Stressfaktoren in aquatischen Systemen. Berlin. S. 189-197 (Schriftenreihe Wasserforschung. Band 6).
- Otterpohl, Ralf/Oldenburg, Martin (2002): Innovative Technologien zur Abwasserbehandlung in urbanen Gebieten. In: KA – Abwasser, Abfall. Nr. 10, 2002, S. 1364 ff.
- Otto, Ulrich (2000): Entwicklungen beim Einsatz von Kleinkläranlagen. Aachen (Gewässerschutz – Wasser – Abwasser, Band 175).
- Pätsch, Barbara/Zullei-Seibert, Ninette (2003): Die Trinkwasserverordnung (2001) – Umsetzung aus der Sicht von Versorgungsunternehmen. In: GWF-Wasser/Abwasser 144 Heft 13, 2003 S. 30-34.
- Pecher, Rolf (2004): Abwasserkanäle – Zeitbombe im Untergrund. Fachbeitrag von Prof. Dr.-Ing. Rolf Pecher (http://www.kanalbau.com/news/news_frameset.htm, Newsletter April 2004, Abrufdatum: 16.3.05).
- Pütz, Rainer (2003): Erhaltung der Trinkwasserqualität in der Hausinstallation – Aufgaben für den Wasserversorger. In: Wasser Abwasser, Heft 13, 2003, S. 49-56.
- RAL-Gütegemeinschaft Güteschutz Kanalbau: Kanalisation vor dem Kollaps: Sparzwang eine Ursache des Übels. In: KA – Abwasser, Abfall, Nr. 3, 2004, S. 338.
- Roscher, Harald (2000): Sanierung städtischer Wasserversorgungsnetze. Berlin.
- Rothenberger, Dieter (2003): Report zur Entwicklung des Entsorgungssektors Wasser. Sektorprojekt Siedlungswasserwirtschaft (http://www.mikrosysteme.org/documents/Report_Wasser.pdf, Abrufdatum: 16.12.04).
- Ruhland/Jekel (2004): Aspekte bei der Wahl von Verfahren zur zentralen Trinkwasseraufbereitung. Teil 1: Voraussetzungen und Zielgrößen. In: GWF-Wasser/Abwasser. Heft 1, 2004, S. 98-111.
- Rudolph, Karl-Ulrich (1997): Handlungsspielräume einer nachhaltigen Wasserwirtschaft – Anforderungen an Politik, Wissenschaft und kommunale Praxis. Vortrag zum Di-fu/BMBF-Seminar „Forum Stadtökologie“ am 5.5.1997 in Berlin.
- Rudolph, Karl-Ulrich/Block, Thomas (2001): Der Wassersektor in Deutschland. Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke GmbH. Witten.
- Rudolph, Karl-Ulrich/Schäfer, Dirk (2001): Untersuchungen zum internationalen Stand und der Entwicklung alternativer Wassersysteme. Bonn, Karlsruhe, Witten.

- Rudolph, Karl-Ulrich/Schäfer, Dirk (2002): Zum internationalen Stand und der Entwicklung alternativer Wassersysteme. In: Wasserwirtschaft, Heft 6, 2002, S. 32-39.
- Schiller-Dickhut (2004): Was ist kommunale Daseinsvorsorge? (<http://www.kommunale-info.de/asp/search.asp?ID=1068>, Abrufdatum: 29.1.04).
- Schneidmadl, Joachim/Fuchs, Stephan/Hillenbrand, Thomas (2000): Vergleichende Ökobilanz unterschiedlicher Abwasserkonzepte. In: KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, Heft 5, 2000, S. 681-696.
- Schneidmadl, Joachim/Hillenbrand, Thomas/Böhm Eberhard/Lange, Jörg (1999): Vergleich der Stoffflüsse von Abwasserkonzepten mit und ohne Teilstrombehandlung. In: Wasser & Boden, Heft 11, 1999, S. 14-20.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2001): Statistik regional. Auszug. (www.brandenburg.de/statreg, Abrufdatum: 14.3.2003).
- StBA – Statistisches Bundesamt (2003): 99,1 % der Bevölkerung an öffentliche Wasserversorgung angeschlossen. Pressemitteilung vom 20. März 2003.
- Stein, Dietrich (1995): Eine finanzielle und technische Herausforderung – Sanierung der Kanalisationen, in: RUBIN Nr. 2, 1995, Forschungsmagazin der Ruhr-Universität Bochum. (abrufbar: http://www.ruhr-uni-bochum.de/rubin/rbin2_95/rubin7.htm, Zugriff: 5.1.05)
- Stein, Dietrich (1998): Instandhaltung von Kanalisationen. Berlin, 3. Auflage.
- Stein, Dietrich (1999): Sanierung von Abwasserkanälen. In: Korrespondenz Abwasser Nr. 7, 1999.
- Thaler, H. (2004): Ultrafiltration sichert höchste Trinkwasserqualität. In: GWF-Wasser/Abwasser. Heft 2, 2004, S. 136-138.
- Trapp, Jan Hendrik/Bolay Sebastian (2003). Privatisierung in Kommunen – eine Auswertung kommunaler Beteiligungsberichte. Berlin (Difu-Materialien 10/2003).
- Trösch, W. (2004): Nachhaltiges Wassermanagement für Neubaugebiete. Vortrag beim 9. Kolloquium zur kommunalen Abwasser und Abfallbehandlung. Stuttgart, 1. April 2004.
- UBA – Umweltbundesamt (2001): Nachhaltige Wasserversorgung in Deutschland. Analyse und Vorschläge für eine zukunftsfähige Entwicklung. Berlin.
- UBA – Umweltbundesamt, Fachgebiet I 1.5 (2002): Umweltdaten Deutschland 2002. (<http://www.umweltbundesamt.de/udd/udd2002.pdf>, Abrufdatum: 18.1.05).
- Wilderer, Peter A./Paris, Stefania (2001): Integrierte Ver- und Entsorgungssysteme für urbane Gebiete. Abschlussbericht. Garching.
- Wissing, Friedrich (1995): Wasserreinigung mit Pflanzen. Stuttgart.
- Wintgens, Thomas/Metin, Thomas/Gimbel, Rolf/Hagmeyer, Georg (2004): Aktuelle Techniken zur Trinkwasseraufbereitung mit Membrantechnik. In: GWF-Wasser/Abwasser. Nr. 1, 2004, S. 63-65.
- ZOWA (2003): Statistische Jahrbücher der Stadt Schwedt/Oder. Jahrgang 2003

6.2.1 Gesetzliche Bestimmungen

- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) in der Fassung vom 12. November 1996 (BGBl. I. S. 1695), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 27. Dezember 2000 (BGBl. I. S. 2048).
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie WRRL).
- Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe vom 12. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2613-2629).

Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001, (BGBl. I S. 959).

6.3 Informationsangebote im Internet

- DWA-Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall: www.dwa.de (übergreifende Wasserfragen, Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft, Gebiete wie Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz)
- Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft: <http://www.bgw.de/> (Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, BGW-Wasserprogramm)
- Umweltbundesamt: <http://www.umweltbundesamt.de> (Umweltplanung und Nachhaltigkeitsstrategien)
- Amtshilfe-Online: <http://www.amtshilfe-online.de> (Umsetzung der Abwasserverordnung)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bundesministerium der Verteidigung: <http://www.arbeitshilfen-abwasser.de> (Arbeitshilfen Abwasser)
- Institut für Umweltverfahrenstechnik der Universität Bremen: <http://www.wasserwissen.de> (Internetportal für Wasser und Abwasser)
- Wasserforschung e.V. im Kompetenzzentrum Wasser Berlin: <http://www.wasserforschung-berlin.de/> (Forschungsverbund Wasserforschung)
- Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. (fbr): <http://www.fbr.de/> (Trinkwasserverordnung)
- Deutsche Bank Research: www.dbresearch.de (Sector Research: Demografie)
- Integrierte Mikrosysteme der Versorgung: www.mikrosysteme.org (Verbundprojekt im Förderschwerpunkt „Sozial-ökologische Forschung“ des BMBF)

6.4 Zeitschriften

- EUWID Wasser und Abwasser (Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH, Bleichstraße 20-22, 76593 Gernsbach <http://www.euwid-wasser.de/>), erscheint 14-tägig.
- KA Korrespondenz Abwasser (GFA Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef <http://www.dwa.de>), erscheint: monatlich.
- wwt Wasserwirtschaft, Wassertechnik Fachzeitschrift für ökologisches und umwelttechnisches Management (Verlag für Bauwesen, Am Friedrichshain 22, 10407 Berlin), erscheint: achtmal jährlich.
- WasserAbwasser Praxis Fachmagazin für Umwelttechnik in Industrie und Kommunalwirtschaft (F. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Abraham Lincoln Straße 46, 65189 Wiesbaden, <http://www.vieweg.de>), erscheint: sechsmal jährlich.

6.5 Adressen der Fachverbände

- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
GFA Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, <http://www.dwa.de>
- BGW Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V.
Josef-Wirmer-Straße 1-3, 53123 Bonn, <http://www.bgw.de>

- DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
Josef-Wirmer-Straße 1-3
53123 Bonn, <http://www.dvgw.de>

6.6 Glossar

- *Ableitung*: Entwässerungsprinzip, bei dem Abwasser über eine Kanalisation bzw. anderweitig gefasst aus dem Einzugsgebiet abgeführt wird.
- *Abwasser*: In einer Abwasserleitung oder einem Abwasserkanal abgeleitetes Schmutzwasser und/oder Regenwasser (DIN EN 752-1).
- *Abwassersystem*: Summe abwassertechnischer Anlagen, die als System der Entwässerung (Bewirtschaftung, Ableitung) von Abwasser dient (z.B. ein Kanalnetz).
- *Braunwasser*: Als Braunwasser wird ein Schwarzwasser bezeichnet, welches ohne Urin bzw. ohne Gelbwasser ist.
- *Druckleitung*: Leitung zum Transport von Abwasser unter Druck (DIN 2045).
- *Einwohnerwert*: Der Einwohnerwert (EW) stellt eine Rechengröße für die Abwasserreinigung dar (siehe DIN EN 1085). Er ist ein Maß für die Belastung gewerblich-industriell genutzten Abwassers mit organisch abbaubaren Stoffen, das angibt, welcher Einwohnerzahl (EZ) dieser Belastung entspricht. Der Verschmutzungsgrad von industriellem Abwasser wird durch das Äquivalent Einwohnerwert (früher EGW, heute EW) angegeben. Ein Einwohnerwert entspricht der täglich von einem Einwohner in das Abwasser abgegebenen Menge an organischen Verbindungen. Der EW unterscheidet sich teilweise sehr stark in Abhängigkeit des Landes/der Region und dem jeweiligen Industrialisierungsgrad.
- *Entwässerungssystem*: Natürliches oder künstliches System zur Entwässerung eines Einzugsgebietes (DIN EN 752-1).
- *Erneuerung*: Herstellung neuer Versorgungsleitungen und -kanäle in der bisherigen oder anderen Linienführung, wobei die neuen Anlagen die Funktion der ursprünglichen Versorgungsleitungen und -kanäle einbeziehen (DIN EN 752-5).
- *Flexibilität*: (syn. Veränderungspotenziale, Anpassungsfähigkeit) Systemeigenschaft, auf Veränderungen adäquat („überlebensfähig“) reagieren zu können, dass sich das System nicht verändert oder dass sich das System erneuert und verbessert (Innovationspotenzial).
- *Gelbwasser*: Sammelbezeichnung für Urin aus Separationstoiletten und Urinalen mit oder ohne Spülwasser.
- *Grauwasser*: Schwach belastetes Abwasser z.B. aus der Dusche und Badewanne. Wichtig für die Nutzung von Grauwasseranlagen ist die getrennte Rohrverlegung der Abflüsse der Dusche und Badewanne von den Toiletten-, Waschmaschinen- und Küchenabflüssen, da diese Abwässer stärker belastet sind. Auch die Zuleitungen zu den Toilettenspülkästen müssen getrennt verlegt werden. Grauwasser kann mit verschiedenen Verfahren aufbereitet werden (nach mechanischen Verfahren entweder durch weitere physikalische Verfahren oder eine biologische Aufbereitung).
- *Haltung*: Strecke eines Abwasserkanals zwischen zwei Schächten und/oder Sonderbauwerken (DIN 4045).

- *Inspektion*: Inspektion ist die Kontrolle von Anlagen auf ihre Funktionsfähigkeit in allen Bereichen.
- *Instandhaltung*: Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems (DIN 31051).
- *Instandsetzung*: Maßnahme zur Wiederherstellung des Sollzustandes von technischen Mitteln eines Systems (DIN 31051).
- *Investitionskosten*: einmalig aufzuwendende Kosten zur Erstellung, zum Erwerb und zur Erneuerung von Anlagen; eine zeitliche Staffelung ist möglich.
- *Jahreskosten*: durchschnittliche jährliche Kosten über den Untersuchungszeitraum (inkl. Berücksichtigung der unterschiedlichen Zeitpunkte der Kostenentstehung über eine finanzmathematische Umrechnung).
- *Kanal*: Abwasserkanal: Meist erdverlegte Rohrleitung oder andere Vorrichtung zur Ableitung von Schmutz und/oder Regenwasser aus mehreren Quellen (DIN EN 752-1).
- *Kanalisation*: System von Kanälen, Schächten und Sonderbauwerken zur Abwasserableitung.
- *Kanalnetz*: Netz von Elementen (Haltungen, Leitungen etc.) und Knoten (Schächte, fiktive Schächte etc.).
- *laufende Kosten*: in der Betriebsphase regel- oder unregelmäßig wiederkehrende Aufwendungen zum Betrieb, zur Wartung, Unterhaltung und Überwachung von Anlagen.
- *Leitung*: (Wasser-/Abwasserleitung) Meist erdverlegtes Rohr zur Ableitung von Schmutzwasser und/oder Regenwasser von der Anfallstelle zum Abwasserkanal (DIN EN 752-1). Zu den Leitungen gehören z.B. Hausanschlussleitungen, Grundleitungen oder Sammelleitungen.
- *Mischkanalisation*: Im Mischsystem werden häusliches, gewerbliches und industrielles Schmutzwasser und das Niederschlagswasser im Gegensatz zur Trennkanalisation gemeinsam in einer Kanalisation abgeleitet.
- *Nutzungsdauer*: erwartungsgemäße Lebensdauer einer Anlage oder eines Anlagenteils.
- *Regenbecken*: Sammelbegriff für Becken zur Rückhaltung und/oder Behandlung von Regen- oder Mischwasser (DIN 4045).
- *Regenüberlaufbecken*: Speicher- und/oder Absetzraum im Mischsystem mit Becken- und/oder Klärüberlauf (DIN 4045).
- *Reinvestitionskosten*: Kosten für eine erneute Investition in Anlagen, die während des zugrunde gelegten Zeitraums zu ersetzen sind, d.h. deren Nutzungsdauern kürzer sind als der Untersuchungszeitraum.
- *Renovierung*: Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von (Ab-) Wasserleitungen und -kanälen unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz (DIN EN 752-5).
- *Reparatur*: Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden (DIN EN 752-5).

- *Sammler*: Kanal zur Aufnahme des aus Teilgebieten abgeleiteten Abwassers (z.B. Nebensammler, Hauptsammler) (DIN 4045).
- *Sanierung*: Alle Maßnahmen zur Wiederherstellung oder Verbesserung von vorhanden technischen Systeme (DIN EN 752-1).
- *Schacht*: Einstieg mit abnehmbarem Deckel, angebracht auf einer Abwasserleitung oder einem Abwasserkanal, um den Einstieg von Personen zu ermöglichen (DIN EN 752-1).
- *Schwarzwasser*: Im Bereich Abwasser ist Schwarzwasser im Gegensatz zu Grauwasser ein Abwasser mit fäkalen Feststoffen (DIN 4045).
- *Transformation* (lat. die Umformung): bezeichnet allgemein die Veränderung einer Gestalt, Form bzw. Struktur in eine andere ohne Verlust der Substanz.
- *Trennkanalisation*: Bei der Trennkanalisation wird Schwarzwasser getrennt vom Regenwasser in zwei Kanälen abgeleitet. Der Vorteil einer Trennkanalisation ist die Entlastung der angeschlossenen Kläranlage und des Vorfluters. Die Kläranlage hat bei Niederschlägen keine größere Abwasserfracht zu reinigen, die durch die Verdünnung des Schmutzwassers mit recht sauberem Regenwassers entsteht. Die Vorfluter werden besser geschützt, da bei sehr starken Niederschlägen und Mischkanalisation, der Abwasserstrom von der Kläranlage nicht mehr bewältigt wird und der stark verdünnte Schmutzwasserüberschuss direkt in den Vorfluter abgeschlagen werden muss. Bei der Trennkanalisation kann das Regenwasser in Regenbecken gesammelt, gefiltert und in der Region versickert werden.
- *Trinkwasser*: Als Trinkwasser wird das Wasser bezeichnet, das für den menschlichen Genuss/Gebrauch geeignet ist. Die Anforderungen an Trinkwasser, sind in den EU-Richtlinien sowie in der Trinkwasserverordnung vom 5. Dezember 1990 festgelegt.
- *Versorgungsgrad*: Verhältnis zwischen regionalen Ressourcen und den insgesamt notwendigen Ressourcen einer Region zur Deckung ihres Bedarfes.
- *Wartung*: Wartung ist die Bewahrung der Funktionsfähigkeit von Anlagen.
- *Zustandsbewertung*: Numerische Beschreibung des hydraulischen bzw. bautechnischen Zustandes technischer Anlagen.

Anhang

1. Rechtliche Grundlagen von Kostentragungspflichten bei Rücknahme von Infrastruktur

Transformationsprozesse werfen besonders auch rechtliche Fragen zum Umgang im Besonderen mit nicht ausgelasteten Anlagen und Netzen auf. Unklarheiten bestehen häufig in der Frage, ob die notwendigen Anpassungsmaßnahmen an den Systemen bzw. der Rückbau von Anlagen und Netzen vom Veranlasser, z.B. dem Wohnungsunternehmen als Grundstückseigentümer oder dem jeweiligen Versorgungsunternehmen getragen werden müssen.

Die Rechtssituation hierzu ist teilweise kompliziert, eine generalisierende Bewertung ist nicht möglich. Vor allem in Ostdeutschland sind diese Fragen aufgrund der unterschiedlichen rechtlichen Situation beim Bau der Siedlungen und den Überleitungsgesetzen nach 1990 nicht in allen Fällen geklärt. Zur Beantwortung dieser Kostentragungspflichten ist unter anderem die Frage des Eigentums an Leitungen und Anlagen sowie der bestehenden Nutzungsrechte in Zuordnung zu den einzelnen Medien zu klären.

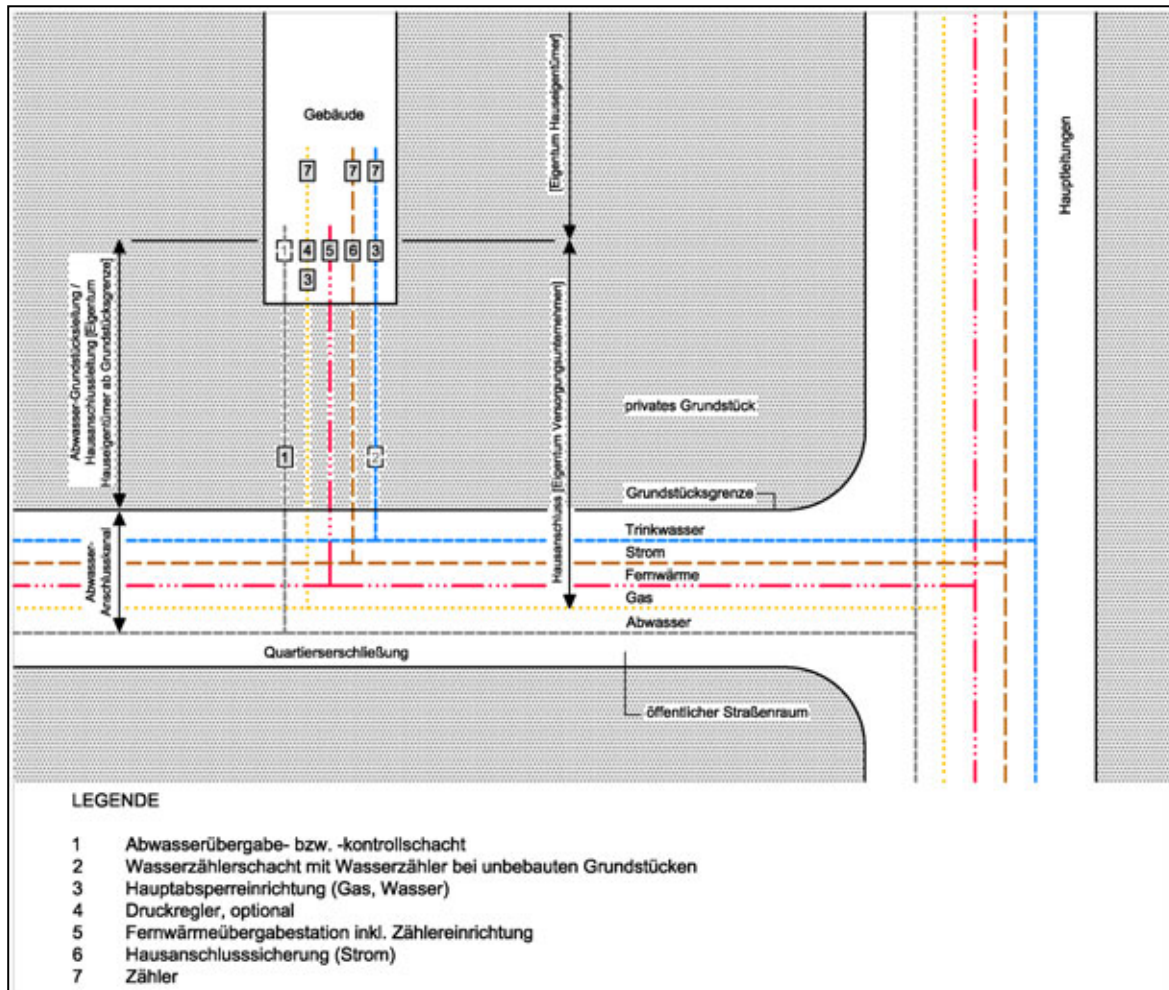
In der vorliegenden Zusammenstellung von rechtlichen Grundlagen werden die wichtigsten Aussagen aus Gutachten und Expertisen der zurückliegenden Jahre am Beispiel Stadtumbau/Schrumpfung zusammengefasst. Dabei folgt die Zusammenstellung anhand von drei Leitfragen:

- Wer ist Eigentümer der Leitungen und Anlagen?
- In welchem Umfang sind für den Betrieb stadttechnischer Anlagen auf privatem Grund und Boden Nutzungsrechte verankert?
- Wer trägt die Kosten für die Anpassung bzw. den Rückbau von Leitungen und Anlagen am Beispiel Stadtumbau?

Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen dabei vor allem die Infrastrukturangebote, die im Rahmen von Stadtumbauprozessen in ihrer Funktion oder durch zu erwartende Folgekosten für den Transformations- bzw. Stadtumbauprozess relevant, d.h. „schrumpfungssensibel“ sind. Konkret sind dies unter anderem die Anlagen und Netze der Trinkwasserversorgung und der Abwasserentsorgung. In den Übersichten werden erweiternd auf die anderen Medien Bezug genommen. Es wird dabei sowohl die Situation in den alten Ländern als auch die spezielle Lage in den neuen Bundesländern aufgezeigt.

Zum besseren Verständnis der Texte sind in der folgenden Abbildung wichtige und typische Anlagenbestandteile der einzelnen Versorgungsnetze auf der Ebene eines Stadtquartiers sowie übliche Eigentumsgrenzen dargestellt und bezeichnet.

Abbildung 49: Wichtige Anlagenbestandteile der technischen Infrastruktur in Stadtquartieren und typische Eigentumsgrenzen*



*Quelle: Eigene Darstellung.

Die folgende Übersichtstabelle gibt einen ersten Einblick in typische rechtliche Rahmenbedingungen für die Versorgung von Stadtquartieren mit technischer Infrastruktur sowie deren Rücknahme und Anpassung.

Abbildung 50: Synopse wichtiger Rechtsgrundlagen*

Medien	Rechtssystem Bundesrepublik Deutschland (gilt auch für Anlagen, die nach dem 03.10.1990 in den neuen Bundesländern errichtet wurden)					Überleitung aus Rechtssystem der DDR (Anlagen, die vor dem 03.10.1990 errichtet wurden und zu diesem Zeitpunkt in Betrieb waren, Grundstückseigentümer nicht gleichzeitig Anschlussnehmer ¹⁾)				
	Lage der Versorgungsleitungen	Rechtsgrundlage	Dienstbarkeit	Folgekosten der Umverlegung/Rückbau	Eigentum der Leitungen (i.d.R.)	Rechtsgrundlage (DDR-Recht)	Überleitung	Dienstbarkeit	Folgekosten der Umverlegung/Rückbau	Eigentum der Leitungen (i.d.R.)
Elektro	privater Raum	AVBEITV, AVBGasV, AVBFernwärmeV oder AVBWasserV	unentgeltliche Duldung bis zu 5 Jahren nach Ende der Versorgung entsprechend AVB	Umverlegung/Rückbau bei Unzumutbarkeit bzw. Verlangen zu Lasten Versorgungsunternehmen, vor Ablauf von 5 Jahren nach Ende Versorgung ggf. durch Grundstücks-eigentümer	Leitung Eigentum Versorgungsunternehmen (VU) bis Zähler oder Übergabestation	ENVO, ELW, ELB		Dienstbarkeit infolge GBBerG durch Eintragung im Grundbuch im Grundsatz möglich	Umverlegung/Rückbau ggf. zu Lasten Grundstücks-eigentümer bei eingetragener Dienstbarkeit, sonst Regelungen entsprechend AVB	entsprechend § 9 und 9 a GBBerG Inhaber der Dienstbarkeit, Eigentum an Leitungssammelkanälen anteilig entsprechend der vorhandenen Medien, jedoch haben abweichende Zuordnungsregelungen, die vor den Inkrafttreten des Vermögensrechtsbereinigungsgesetz (27.10.1998) getätigt wurden Bestandschutz
Fernwärme	öffentlicher Raum	Konzessionsvertrag		Kostenaufteilung entsprechend Konzessionsvertrag	Eigentum VU	DDR-Wassergesetz	GBBerG und SachenR-DV (Sonderregelungen bis 31.12.2010)	Dienstbarkeit infolge GBBerG	Umverlegung/Rückbau ggf. zu Lasten Grundstücks-eigentümer	
Abwasser	privater Raum	Abwasser-satzung	Dienstbarkeit bei gemeinsamer Anschluß mehrerer Grundstücke über eine Leitung i.d.R. vorhanden (ggf. Absicherung als Baulast)	Umverlegung/Rückbau ggf. zu Lasten des Grundstücks-eigentümer	Leitung Eigentum von VU bis 1m nach Grundstücksgrenze	DDR Wassergesetz				
	öffentlicher Raum	Konzessionsvertrag		Kostenaufteilung entsprechend Konzessionsvertrag	Eigentum VU					
Nachrichten		TKG	i.d.R. keine, Duldung nur bei durch Dienstbarkeit gesicherten Leitungen		Eigentum VU bis Übergabepunkt Endkunde			Dienstbarkeit infolge GBBerG durch Eintragung im Grundbuch im Grundsatz möglich		

Anmerkung: 1) Falls der Grundstückseigentümer gleichzeitig Anschlussnehmer ist, gelten die Regelungen entsprechend der AVB (...)
2) Konzessionsvertrag für Abwasser nicht in allen Bundesländern relevant

*Quelle: Eigene Darstellung.

Diese vereinfachte Darstellung der Eigentumsverhältnisse, der Nutzungsrechte und Beseitigungsansprüche sowie der Kostentragungspflichten betrifft vorwiegend die Anpassung und den ggf. erforderlichen Rückbau von technischer Infrastruktur, z.B. infolge der gegenwärtigen Transformations- bzw. Schrumpfungsprozesse.

Dabei sind in den alten Bundesländern die rechtlichen Fragen in Bezug auf die technische Infrastruktur in der Regel geklärt und entsprechen den nachfolgenden Grundsätzen. In den neuen Bundesländern gelten vom Grundsatz die gleichen Prinzipien, durch die Überleitung des DDR-Rechtssystem ist dennoch eine Vielzahl von Abweichungen möglich und deshalb einzelfallbezogener Prüfungen nötig. Auf diese Besonderheiten oder Abweichungen wird in folgender Kurzdarstellung deshalb nicht ausführlich eingegangen!

Eigentumsverhältnisse

Im Allgemeinen ist in den alten und neuen Bundesländern das Versorgungsunternehmen Eigentümer aller *Hauptverteilungen* und der *Quartierserschließung*, auch wenn diese über privaten Grund geführt werden. Mit Ausnahme von Abwasserleitungen gehören in der Regel auch alle Hausanschlussleitungen bis zum Übergabepunkt (Hauptabsperrrichtung, Druckregleinrichtung, Wärmetauscher etc.) sowie die Zähler (Messeinrichtungen) den Versorgungsunternehmen. Auch wenn der Kunde den Wasseranschluss auf eigene Kosten errichtet hat, zählt der Anschluss nach herrschender Meinung zu den Betriebsanlagen des Versorgers und fällt in dessen Zuständigkeit.

Die Leitung zwischen Übergabepunkt und Zähleinrichtung dagegen kann auch in privatem Eigentum sein. Eine generelle Ausnahme bildet hier nur die Telekommunikation. Hier sind alle Anlagen und Leitung bis zum Endkunden (Wohnung) meist im Eigentum des Versorgungsunternehmens.

Bei Abwasserhausanschlüssen wird die Eigentumsgrenze nach Maßgaben der entsprechenden kommunalen Satzung geregelt. Häufig ist die Grundstücksgrenze oder der Übergabeschacht kurz nach der Grundstücksgrenze als Eigentumsübergang festgelegt.

Problematisch ist vor allem das Thema der Leitungssammelkanäle und Hausanschlüsse in den neuen Bundesländern. *Leitungssammelkanäle* sind mit der nachträglichen Einführung des § 9a in das Grundbuchbereinigungsgesetz zum 3.10.1990 in das gemeinschaftliche Eigentum der Betreiber übergegangen. Eine Ausnahme hiervon bilden die Sammelkanäle, die fest mit dem Kellerboden (so genannte Kellertrassen) verbunden sind. Für diese haben die Wohnungsunternehmen die Unterhaltungspflicht. Davon vor Einführung des § 9a abweichende Regelungen, wie z.B. der Übergang des Sammelkanals in das Eigentum *eines* Versorgungsunternehmens und die Begründung von Mietverhältnissen für die anderen Medienträger, haben jedoch Bestand. Bei Einrichtungen in den neuen Bundesländern aus der Zeit vor dem 3.10.1990 können ggf. auch noch *Versorgungsbedingungen der DDR* eine Rolle spielen.

Nutzungsrechte, Beseitigungsansprüche und Kostentragungspflichten

■ Leitungen und Anlagen im öffentlicher (Straßen-)Raum

Die Nutzungsrechte für die Verlegung von Medien wie Wasser entstehen für ein Versorgungsunternehmen im öffentlichen Raum, in der Regel durch *Konzessionsverträge* mit der Kommune.

In *öffentlichen (Verkehrs-)flächen* hat meist das Versorgungsunternehmen als Eigentümer der Leitungen für die Verlegungskosten aufzukommen. Regelungen zur Kostentragungspflicht bei Leitungsumverlegung sind gegebenenfalls in Konzessionsverträgen enthalten, meist in Verbindung mit einer Anteilsfinanzierung in Abhängigkeit vom Anlagenalter zu Lasten der Kommune als Verursachers. Zur Kostentragungspflicht beim Rückbau von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Verkehrsflächen fehlen häufig hierzu jedoch Aussagen. Möglich sind auch Regelungen in Konzessionsverträgen oder Vereinbarungen diesbezüglich die Kostentragungspflichten dem Straßenbaulastträger zuordnen.

Ist das *Sanierungs- oder Entwicklungsrecht* nach dem BauGB anwendbar, kann die Gemeinde als Verursacher ggf. zur Kostentragung für sanierungsbedingte Aufwendungen herangezogen werden. Allerdings hat das Versorgungsunternehmen auch einer gewissen Anpassungspflicht im Sinne ordnungsgemäßer Wirtschaftsführung auf eigene Kosten nachzukommen; nur darüber hinausgehende Aufwendungen kommen also für die Kostentragung durch die Gemeinde in Frage. Zur Anwendbarkeit des Sanierungsrechts muss geklärt werden, ob die Sanierungsmaßnahme ursächlich für die Infrastrukturanpassung ist. Für diese Zuordnung haben die Ziele und Zwecke der Sanierung maßgebliche Bedeutung.

Auch wenn in einigen Stadtumbaubereichen das Sanierungsrecht nicht anwendbar ist, kann nach landesrechtlichen *Förderbestimmungen*, z.B. in Brandenburg, analog gefördert werden, hierbei besteht allerdings kein Rechtsanspruch wie in § 150 BauGB. Derzeit ist eine Kostenerstattung nur im Aufwertungsteil unter „Freilegung von Grundstücken“, nicht aber im Rückbauteil des Programms „Stadtumbau Ost“ möglich.

■ Leitungen und Anlagen in privaten Grundstücken

Im privaten Raum begründen sich Nutzungsrechte für diese Medien durch *Duldungspflichten*, die entsprechend den Allgemeinen Versorgungsbedingungen (AVB) als Bestandteil eines Liefervertrages zwischen einem Versorgungsunternehmen und einem Anschlussnehmer oder Kunden oder im Falle von Abwasseranlagen durch *Satzungsrecht* begründet werden. Eine weitere Möglichkeit sind *Dienstbarkeiten* in Form einer grundbuchlichen Sicherung von Leitungsrechten der Versorgungsunternehmen auf privatem Grund. Im letzteren Fall ist dem Grundstückseigentümer eine Entschädigung für die Nutzung zu zahlen. Grundbuchlich gesicherte Dienstbarkeiten gelten in der Regel für *Haupt- oder Quartierserschließungen*, die nicht im öffentlichen Straßenraum verlegt sind – nicht also für Hausanschlussleitungen.

Bei bestehenden Ver- und Entsorgungseinrichtungen auf privaten Grundstücken in den neuen *Bundesländern, die schon vor dem 3.10.1990 betrieben wurden*, kommen zunächst Rechte aus dem Grundbuchbereinigungsgesetz i.V.m. der Sachenrechtsdurchführungsverordnung in Betracht. Entsprechend begründen sich zum 3.10.1990 *Dienstbarkeiten* in den Fällen, in denen vertragliche *Duldungspflichten* aufgrund der Versorgungsbedingungen nicht bestanden. Hierbei gilt für Energieleitungen der 25.12.1993 und für Wasser- und Abwasserleitungen der 11.1.1995 als Stichtag, an dem die Anlage in Betrieb sein musste und Anschlussverträge bestanden haben mussten. Sind Duldungspflichten nach den AVB erst nach diesen Stichtagen entstanden, so sind vorher Dienstbarkeiten entstanden, die der Bestandsschutzregelung der Sachenrechtsdurchführungsverordnung unterliegen.

Für die Einrichtungen *innerhalb von Gebäuden* (die keine Kundenanlagen sind), sind Dienstbarkeiten entstanden, da diese nach AVB nicht den Duldungspflichten unterliegen. Bei Wasserversorgungsleitungen in Gebäuden hängt das Entstehen der Dienstbarkeit da-

von ab, ob die Leitungen zu DDR-Zeiten öffentlich waren oder im Eigentum der volkseigenen und genossenschaftlichen Wohnungsbauträger standen. *Außerhalb* von Gebäuden sind für diese Leitungen keine Dienstbarkeiten entstanden, wenn sie zum Stichtag zu dulden waren.

Für private Grundstücksflächen gilt: Besteht auf privaten Grundstücken *kein Grundstücksbenutzungsrecht* und *keine Duldungspflicht*, steht dem Grundstückseigentümer der jederzeitige Beseitigungsanspruch zu Lasten des Versorgungsunternehmens nach BGB zu.

Nutzungsrechte nach AVB oder öffentlicher Satzung

In den AVB wird auf Anlagen der örtlichen Versorgung abgestellt, die der kostenlosen *Duldungspflicht* auf privatem Grund unterliegen. Für nicht-örtliche Einrichtungen sind anderweitige Grundstücksbenutzungsrechte zu prüfen. Als Voraussetzung gilt, dass der Grundstückseigentümer gleichzeitig Kunde oder Anschlussnehmer ist. Die Duldungspflicht bezieht sich auf den Hausanschluss sowie Versorgungsleitungen einschließlich Zubehör, die für eine Versorgung weiterer Grundstücke notwendig sind.

Für Wasser bezieht sich die Duldungspflicht nur auf die Grundstücke. Letzteres ist also in Gebäuden nicht unentgeltlich zu dulden.

Der Grundstückseigentümer hat für duldungspflichtigen Versorgungsleitungen und Einrichtungen einen Anspruch auf die Verlegung gegenüber dem Versorgungsunternehmen, wenn diese für ihn eine von ihm nachzuweisende Unzumutbarkeit darstellen. Dies ist z.B. bei konkreten Bau- oder Abrissmaßnahmen, die durch die Versorgungseinrichtungen behindert werden der Fall. Bei der Abwägung über den Verlegungsanspruch spielen auch die von der Allgemeinheit zu tragenden hohen Kosten für das Versorgungsunternehmen eine Rolle. Im Übrigen ist das Versorgungsunternehmen berechtigt, die Versorgungseinrichtungen lediglich an eine andere zumutbare Stelle des Grundstücks zu verlegen.

Nach Beendigung der Versorgung und Ablauf einer fünfjährigen Duldungspflicht steht dem Grundstückseigentümer ein Beseitigungsanspruch auf Kosten des Versorgungsunternehmens zu. Dienen die Versorgungseinrichtungen jedoch ausschließlich der Versorgung des Grundstücks, muss allerdings der Grundstückseigentümer die Kosten tragen. Dies gilt für Strom-, Fernwärmehausanschlüsse und die privatrechtliche Wasserversorgung.

Bei einem Eigentümerwechsel innerhalb dieser *Fünfjahresfrist* kann die Beseitigung bereits früher verlangt werden. Darauf hat der neue Eigentümer allerdings keinen Anspruch, wenn ihm die Versorgung des Grundstücks wirtschaftliche Vorteile bringt. Bei einer Nachnutzung durch Grünanlagen oder Parkflächen kann man diese Vorzüge im Allgemeinen ausschließen – hier besteht somit der Beseitigungsanspruch für einen neuen Eigentümer innerhalb der Fünfjahresfrist uneingeschränkt.

Zur Übernahme der Verlegungskosten an den *Hausanschlussleitungen* bestehen jedoch verschiedene Auffassungen (Veranlasserprinzip oder Eigentümerverantwortlichkeit – siehe hierzu in der Langform). Im Falle von Hausanschlussleitungen ist festzuhalten, dass das Versorgungsunternehmen bei Vorhandensein einer Duldungspflicht nach AVB nach Beendigung des Versorgungsverhältnisses das Recht hat, den Anschluss noch fünf Jahre im Grundstück zu belassen.

Für den Fall eines öffentlich-rechtlich nach *Satzung* geregelten Wasserversorgungsverhältnisses gelten die AVB zwar formal nicht, sind aber entsprechend anzuwenden.

In Bezug auf Abwasser besteht hingegen keine bundeseinheitliche Regelung nach AVB, ggf. sind in den Abwasserbeseitigungssatzungen oder privatrechtlichen Abwasserentsorgungsbedingungen aber vergleichbare Regelungen enthalten.

Besteht ein öffentlich-rechtliches Abwasserverhältnis, richtet sich die Kostentragungspflicht nach der *Satzung*. Für Abwasserhausanschlüsse ist die Kostentragungspflicht an die Eigentümerschaft gebunden.

Nutzungsrechte durch Dienstbarkeiten

Die Dienstbarkeiten sind grundbuchlich gesicherte Rechte zur Benutzung privater Grundstücke durch Leitungen und Anlagen der Versorgungsunternehmen. Dienstbarkeiten, die in den neuen Ländern durch die Überleitungsregeln entstanden sind, gelten auch ohne formale Eintragung ins Grundbuch unbefristet. Die damit verbundene Einschränkung des öffentlichen Glaubens des Grundbuchs wirkt aber im Erwerbsfall eines Grundstücks nicht über den 31.12.2010 hinaus, weshalb die Eintragung der Dienstbarkeit empfehlenswert ist.

Besteht eine Dienstbarkeit, d.h. ein Grundstücksbenutzungsrecht, so hat der Grundstückseigentümer zwar einen Verlegungsanspruch, muss aber die Kosten der Verlegung nach § 1023 BGB i.V.m. § 1090 BGB tragen. Bei einer *Duldungspflicht* gemäß AVB sind die Kosten der Verlegung der Einrichtungen dagegen vom Versorgungsunternehmen zu tragen.

Eine besondere Regelung gilt für *Sammelkanäle* in den neuen Bundesländern. Diese stehen im gemeinsamen Miteigentum der Medienträger, deren Leitungen durch Dienstbarkeit gesichert sind. Diese Versorger haften auch gesamtschuldnerisch. Dies trifft dies auch in Bezug auf die Kostentragungspflicht zu. Eine Beseitigung nach BGB kann erst nach Erlöschen der letzten Dienstbarkeit verlangt werden. Der Grundstückseigentümer hat in der Zwischenzeit zwar einen Verlegungsanspruch an eine andere Stelle, muss aber die Kosten dafür tragen. Dies gilt vorbehaltlich abweichender Vereinbarungen oder Urteile.

2. Bewertung der Transformationsstufen

Tabelle 10: Bewertungsmatrix

Nachhaltigkeits Ebenen	Zielstellungen	Kriterien	Bewertung		
			positiv/ hoch	neutral/ mittel	negativ/ gering
Qualität der Wasserprodukte	Nutzungsadäquate Wasserqualität	Einhaltung von Grenzwerten für Wassernutzungen			
	ausreichende Ver- und Entsorgungssicherheit	zeitliche Verfügbarkeit des Systems			
..konomie	Gesamtkostendeckung	Kostendeckungsgrad incl. aller Neben- und Folgekosten			
	Investitionseffizienz	Ausnutzungsgrad technischer Möglichkeiten Lebensdauern			
	Organisation-/Managementeffizienz	Nutzung von Synergieeffekten, unbundling			
..kologie	Langfristige Ressourcenvorsorge (Wasserkreislauf)	Veränderung langfristiger (Wasser-)Nutzungs-möglichkeiten			
	Minimierung von ökologischen Folgewirkungen	Eingriffstiefe durch Bau und Betrieb (Stoffstromeffizienz)			
	Erhaltung der Reversibilität	Grad irreversibler Nutzungsfolgen			
Sozialverträglichkeit	Verfügbarkeit	Ver-/Entscheidungsgrad			
	Bezahlbarkeit	Kostenrelevanz im Vergleich zum verfügbaren Einkommen			
	Partizipation, Genderaspekte	Einflussmöglichkeiten auf System- und Strukturentscheidungen (Technik, Gebäuden etc.)			
Anpassungsfähigkeit (Elastizität- technisch, zeitlich, ökonomisch, rechtlich)	Geringe erforderliche Regulation (möglichst Selbstregulation)	z.B. Bandbreite der Auslastung ohne Systemveränderungen (Minimum/Maximum)			
		z.B. Erstellungszeitpunkte von Systemen			
		Gesetzesänderungs-/Genehmigungszeitpunkte			
		Grad der Kapitalvernichtung bei Systemveränderungen (Restbuchwerte)			

*Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 11: Bewertung von technologischen Systemalternativen im Vergleich zur zentralen Abwasserbehandlung*

Abwasserbehandlung				
Systemalternativen				
Bewertung				
Bewertungsstufen: - gering o mittel + hoch	Zentral Mischsystem	Pfalzenkläranlage Versickerung	Stoffstromtrennung stoff- liche Verwertung	Stoffstromkonzentration erneuerget. Verwertung
Technik				
Zuverlässigkeit	+	o	o	+
Wartungsaufwand	-	+	o	+
spez. Größe/Flächenbedarf	-	+	(+)	-
Lebensdauer	+	-	o	o
Einsatzreife	+	(+)	(+)	+
Anpassungsfähigkeit/Flexibilität/Modularität	o	-	(-)	o
Synergien	?			?
Ökonomie & Organisation				
spez. Investitionskosten	-	o	+	+
spez. Betriebskosten	o	-	+	(o)
Erstellungszeitraum	+	-	-	(-)
Ökologie				
Ressourcenverbrauch				
Spez. Energiebedarf	o	-	+	(+)
Emissionen				
Auswirkungen auf Oberflächengewässer, Grundwasser und Boden	+	-	(o)	-
Sozial				
Komplexität	+	-	+	+
Bildungsgrad/Qualifikation	+	o	o	+
Verfügbarkeit				
Nutzungskomfort	+	o	-	+
Gebührengerechtigkeit				
Partizipation / Gender	-	+	(+)	o

*Quelle: Eigene Darstellung.

3. 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:

- 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)
- Kluge, Thomas/Koziol, Matthias/Lux, Alexandra/Schramm Engelbert/Veit, Antje
**Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck –
 Sektoranalyse Wasser**
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, Nr. 2)
- 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)
- Scheele, Ulrich/Kühl, Timo
**Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck –
 Sektoranalyse Telekommunikation**
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, Nr. 4)
- Monstadt, Jochen/Naumann, Matthias
**Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck –
 Sektoranalyse Stromversorgung**
 Berlin 2003 (netWORKS-Papers, Nr. 5)
- 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)

- 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)
- Libbe, Jens/Trapp, Jan Hendrik/Tomerius, 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/Tomerius, 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)
- Hummel, Diana/Kluge, Thomas
Sozial-ökologische Regulationen
 Berlin 2004 (netWORKS-Papers, Nr. 9)
- 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)
- Reh binder, Eckard
Privatisierung und Vergaberecht in der Wasserwirtschaft
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 11)
- Döring, Patrick
Sicherung kommunaler Gestaltungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Privatisierungsformen – Beispiel Wasserversorgung
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 12)
- Spitzner, Meike
Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck – Gender-Analyse am Beispiel ÖPNV
 Berlin 2004 (netWORKS-Papers, Nr. 13)
- Schramm, Engelbert
Naturale Aspekte sozial-ökologischer Regulation. Bericht aus dem Analysemodul „Ressourcenregulation“ im Verbundvorhaben netWORKS
 Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 14)
- 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)

- Malz, Simone/Scheele, Ulrich
Handelbare Wasserrechte – Stand der internationalen Debatte
Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 16)
- 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)
- Braunmühl, Claudia von
Water Governance – Partizipation in der Wasserversorgung
Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 18)
- Lux, Alexandra
Handelbare Wasserentnahmerechte als Ergänzung der ordnungsrechtlichen Vergabepolitik? Mit einem juristischen Gutachten von Eckard Reh binder
Berlin 2005 (netWORKS-Papers, Nr. 19)
- 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)
- 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)
- 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)

Weitere Veröffentlichungen des Forschungsverbundes netWORKS:

- 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)
- Tomerius, Stephan
Gestaltungsoptionen öffentlicher Auftraggeber unter dem Blickwinkel des Vergaberechts
Berlin 2005, Schutzgebühr Euro 15,– (Difu-Materialien 1/2005)
- 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)