

Zukunftsfähige Wasserinfrastruktur- systeme für Regionen im Wandel

Gemeinsamer Schlussbericht

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel und Dr.-Ing. Susanne Bieker
Förderkennzeichen: 16/1614

Zuwendungsempfänger: inter3 GmbH

Dr. Sharooz Mohajeri
Förderkennzeichen: 16/1616



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

IWAR

inter3
INSTITUT FÜR RESSOURCENMANAGEMENT

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 16/1614 und 16/1616 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel
Dr.-Ing. Susanne Bieker
Dipl.-Ing. Johanna Tolksdorf
cand. Wirtsch.-Ing. Kai Wißbrok

Schlussbericht des Forschungsprojektes:
„Zukunftsfähige Infrastrukturen im Wandel“
Zuwendungsempfänger: Technische Universität Darmstadt
Förderkennzeichen: 16/1614
Zuwendungsempfänger: inter3 GmbH
Förderkennzeichen: 16/1616
Projektträger VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin

eingereicht im Oktober 2012

Technische Universität Darmstadt
Institut IWAR
Fachgebiet Abwassertechnik
Petersenstraße 13
64287 Darmstadt

Tel.: 06151/16-3759
Fax.: 06151/16-3758
Email: p.cornel@iwar.tu-darmstadt.de / s.bieker@iwar.tu-darmstadt.de
www.iwar.bauing.tu-darmstadt.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
1. Einleitung und Zielsetzung des Vorhabens: Herausforderungen netzgebundener Wasserinfrastrukturen in der Bundesrepublik Deutschland	1
2. Aufbau des Schlussberichtes	2
3. Stand Wissenschaft und Technik: Wasser- und Abwasserinfrastrukturen in der Bundesrepublik Deutschland – Ein Status Quo [iwar+inter3]	3
3.1 Gesetzliche Grundlagen der Siedlungswasserwirtschaft	4
3.2 Organisation der Wasserver- und Abwasserentsorgung	6
3.3 Gebührenordnung	7
3.4 Wasserverbrauch	9
4. Aktuelle und zukünftige Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Wasser- und Abwasserinfrastrukturen in der Bundesrepublik Deutschland [iwar]	10
4.1 Auswirkungen des demographischen Wandels	10
4.2 Auswirkungen des Klimawandels	12
4.3 Auswirkung der Rohstoff- und Energiepreisentwicklung	13
4.4 Sanierungsbedarf	14
4.5 Zwischenfazit	16
5. Innovative Abwasserinfrastruktursysteme – Ein möglicher Ansatz zur zukunftsfähigen Gestaltung der Abwasserinfrastruktur in der Bundesrepublik Deutschland [iwar und inter3]	17
5.1 Begriffsdefinitionen	18
5.2 Entwicklung der Abwasserinfrastrukturen	18
5.2.1 Zentrale Abwasserinfrastrukturen [iwar]	19
5.2.2 Dezentrale Abwasserinfrastrukturen [inter3]	22
5.3 Innovative Abwasserinfrastruktursysteme – ein Status Quo [iwar]	24
5.4 Potentiale innovativer Abwasserinfrastruktursysteme [iwar]	26
6. Analyse der gegenwärtigen Innovationsarena	27
6.1 Treiber- und Hemmnisanalysen	28
6.1.1 Übergeordnete Innovationstreiber [iwar+inter3]	28
6.1.2 Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind [IWAR]	29
6.1.3 Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind [inter3]	40
6.1.4 Auswahl und Auswertung von Beispielprojekten	45
6.2 Konstellationsanalysen des Ist-Zustandes	47
6.2.1 Methodik der Konstellationsanalyse [inter3]	47

6.2.2	Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind [IWAR]	48
6.2.3	Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind [inter3]	52
7.	Zielkonstellation(en) und Handlungsempfehlungen	57
7.1	Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind [IWAR]	57
7.1.1	Strategische Ansatzpunkte und Ziel-Konstellation	57
7.1.2	Handlungsempfehlungen	62
7.2	Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind [inter3]	75
7.2.1	Strategische Ansatzpunkte und Ziel-Konstellation	75
7.2.2	Handlungsempfehlungen	79
8.	Zusammenfassung der Ergebnisse	86
9.	Literatur	88
ANHANG		98
A-1	Beispielprojekte	98
A-1.1	Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind	98
A-1.2	Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind	104
A-2	Experteninterviews	112

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau des Schlussberichtes	3
Abbildung 2: Altersverteilung der Kanalisation [Berger & Falk 2011]	15
Abbildung 3: Ist-Konstellation: Rolle innovativer Abwasserinfrastruktursysteme in Räumen mit zentralen Abwasserinfrastrukturen.....	49
Abbildung 4: Marktüberblick – Größenverteilung der errichteten KKA [BDZ 2011]	53
Abbildung 5: Status Quo Konstellation von Räumen, die nicht an zentrale Abwasser- infrastruktursysteme angeschlossen sind	56
Abbildung 6: Ziel-Konstellation für Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind	59
Abbildung 7: Ziel-Konstellation für nicht an zentrale Infrastruktur angeschlossene Regionen	76

1. Einleitung und Zielsetzung des Vorhabens: Herausforderungen netzgebundener Wasserinfrastrukturen in der Bundesrepublik Deutschland

Ziele der Siedlungswasserwirtschaft sind die Sicherung der Ortshygiene, die schadlose Siedlungsentwässerung, der Hochwasserschutz sowie der Gewässer- und Umweltschutz. Diese Ziele werden in Deutschland derzeit überwiegend durch zentrale (netzgebundene) Infrastruktursysteme realisiert, welche sich in den vergangenen mehr als 100 Jahren entwickelt haben und heute einen hohen Sicherheitsstandard der Ver- und Entsorgung sowie einen professionellen Betrieb ermöglichen. Kommunales Schmutzwasser wird meist in einer Mischkanalisation (gemeinsam mit Niederschlagswasser) oder in einer Trennkanalisation (je ein Kanal für Schmutz- und Niederschlagswasser) einer zentralen Kläranlage zugeleitet und dort vor Ableitung in einen Vorfluter gereinigt. Ergänzend werden im ländlichen Raum auch dezentrale Abwasserreinigungsanlagen eingesetzt, sofern zentrale Infrastruktursysteme aus wirtschaftlichen Gründen nicht umsetzbar sind (vgl. Kapitel 6.1.3).

Die demographische Entwicklung, der Klimawandel und steigende Rohstoffpreise sind weltweit wichtige Themen und stellen auch die Siedlungswasserwirtschaft in Deutschland zunehmend vor neue Herausforderungen. Durch den Rückgang des Abwasseraufkommens aufgrund sinkender Verbrauchswerte, rückläufiger Bevölkerungszahlen und ausbleibender Gewerbeansiedlungen werden immer häufiger die Grenzen der Finanzierbarkeit und der Funktionsfähigkeit konventioneller zentraler Abwasserbehandlungssysteme aufgezeigt. Hinzu kommt der bestehende Sanierungsbedarf zentraler Infrastrukturen v.a. der Leitungsnetze. Daraus ergibt sich die Fragestellung, ob zentrale Infrastruktursysteme weiterhin eine sinnvolle Lösung darstellen bzw. welche Alternativen möglich sind. Der Sanierungsbedarf macht kurz- und mittelfristig Investitionen in die Infrastruktur notwendig, bietet aber auch die Möglichkeit für einen Strukturwechsel. Zentrale Strukturen können durch innovative Infrastruktursysteme (vgl. Kap. 5.1), welche sich durch eine höhere Flexibilität und Anpassungsfähigkeit auszeichnen, ergänzt werden. Zu den Auswirkungen des demographischen Wandels und des Klimawandels auf die Siedlungswasserwirtschaft liegen bereits zahlreiche Forschungsergebnisse vor [z.B. Tietz 2006, UBA 2010, Mohajeri et al. 2008], wenngleich einzelne Aspekte wie ökologische Folgen oder quantitative Aussagen zu ökonomischen Folgen noch Forschungsbedarf bieten. Auch zur technischen Machbarkeit, Nachhaltigkeit und zu ökonomischen Auswirkungen von alternativen Entwässerungssystemen und Abwasserkonzepten liegen Erkenntnisse vor, welche zunächst bezüglich ihrer Einsatzmöglichkeiten in Entwicklungsländern, zunehmend aber auch in Hinblick auf den Einsatz in Deutschland untersucht wurden [z.B. DWA 2008a; Hiessl et al. 2005; Kotz et al. 2004]. Aktuelle Forschungsvorhaben beschäftigen sich mit den Vorteilen und Herausforderungen einer Systemtransformation hinsichtlich bestehender Systeme und rechtlichen Rahmenbedingungen, z.B. AKWA 2100 [Hiessl et al. 2005] und netWORKS [Kluge & Libbe 2006].

Damit ist das Kernproblem der heutigen zentralen Infrastruktursysteme benannt, das in vielen Ländern der Welt vermehrt auftaucht: Wie verkraften konventionelle leitungsgebundene Infrastrukturen

signifikante Verbrauchsänderungen, die die technische Funktionalität ebenso wie die Wirtschaftlichkeit und die Versorgungs- und Qualitätsstandards konterkarieren? Und eröffnet diese Entwicklung neben vielfältigen Herausforderungen auch neue Potenziale?

Mehrere Studien [z.B. Edler et al. 2007; Sartorius 2007] weisen darauf hin, dass sich der deutsche Markt für Wasser- und Abwassertechnologie innovationsträge verhält und dadurch der deutsche Innovationsvorsprung zu schmelzen droht. Das Innovationsregime im Abwasserbereich wird durch einen engen kommunalwirtschaftlichen Handlungsspielraum, zersplitterte Zuständigkeiten und Handlungsrationitäten sowie durch technische Pfadabhängigkeit geprägt. Politisch-rechtliche, organisatorische und betriebliche Innovationen sind erforderlich, um technische Anpassungsleistungen erfolgreich umzusetzen [Mohajeri 2008].

Daraus lassen sich folgende Ziele für das Forschungsvorhaben „Zukunftsfähige Wasserinfrastruktursysteme für Regionen im Wandel“ ableiten:

- 1) Die Identifikation und Analyse der Innovationsarena semi- und dezentraler Wasserver- und Abwasserentsorgungstechnologien.
- 2) Die Analyse strategischer Ansatzpunkte (technologisch, organisatorisch, ökonomisch ökologisch und gesellschaftlich) zur Aktivierung identifizierter Innovationspotenziale.
- 3) Die Ausarbeitung von spezifischen und klar adressierbaren Handlungsempfehlungen an verschiedene politische Akteure.

2. Aufbau des Schlussberichtes

Das Forschungsvorhaben „Zukunftsfähige Wasserinfrastruktursysteme für Regionen im Wandel“ wird vom Fachgebiet Abwassertechnik des Instituts IWAR, TU Darmstadt und inter3 Institut für Ressourcenmanagement bearbeitet.

Die beiden Forschungspartner stellen die generierten Erkenntnisse in diesem gemeinsamen Bericht zusammen.

In den gemeinsam erstellten **Kapiteln 3 und 4** werden in einem ersten Schritt die Rahmenbedingungen für Innovationen untersucht. Dazu gehören die Merkmale und Charakteristika der verschiedenen Systemansätze, sowie die Auswirkungen dynamischer Veränderungen (Klimawandel, demographischer Wandel) und deren Anforderungen an zentrale Infrastruktursysteme. **Kapitel 5** definiert das im Rahmen dieses Berichtes verwendete Verständnis innovativer Systeme, stellt den Status-Quo dieser Systeme in der Bundesrepublik Deutschland dar und zeigt deren Potenziale in Bezug auf die zukünftigen und die aktuellen Herausforderungen der Siedlungswasserwirtschaft in Deutschland auf.

Darauf aufbauend zeigt **Kapitel 6** die so genannte Innovationsarena der gegenwärtigen Abwasserentsorgungsinfrastrukturen auf und analysiert, welche treibenden und hemmenden Kräfte auf die Implementierung wirken und welche Handlungsansätze bestehen, um bestehende Infrastrukturen

auch im Kontext sich verändernder Rahmenbedingungen zukunftsfähig zu machen. Aufgrund der vielschichtigen Ist-Situation wird die Forschungsarbeit in der Analyse- und Konzeptphase in zwei Teile untergliedert: inter3 behandelt überwiegend ländlich geprägte Räume und deren infrastrukturelle Situation, während IWAR die überwiegend urban geprägten Strukturen untersucht und Empfehlungen entwickelt.

Das **Kapitel 7** leitet strategische Handlungsansätze aus den Ist-Konstellationen der ländlichen (inter3) und städtischen (IWAR) Regionen ab und entwickelt idealisierte Ziel-Konstellationen für städtisch (IWAR) und ländlich (inter3) geprägte Regionen der Bundesrepublik. Der Bericht schließt mit Handlungsempfehlungen für die beiden Raumkategorien, mit deren Hilfe der Einsatz innovativer Wasserinfrastrukturen in der Praxis zukünftig verbessert werden können.



Abbildung 1: Aufbau des Schlussberichtes

3. Stand Wissenschaft und Technik: Wasser- und Abwasserinfrastrukturen in der Bundesrepublik Deutschland – Ein Status Quo [iwar+inter3]

Derzeit ist die Wasserver- und Abwasserentsorgung in Deutschland überwiegend in zentralen technischen Strukturen organisiert, bestehend aus großen Leitungsnetzen und zentralen Wasseraufbereitungs- bzw. Abwasserbehandlungsanlagen; der Anschlussgrad liegt bei 99 % bzw. 96 % [Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011]. Sich ändernde Randbedingungen wie ein rückläufiger

Wasserverbrauch oder der Klimawandel erfordern eine Anpassung dieser Systeme, die jedoch nur begrenzt anpassungsfähig sind. Das Kapitel 3 stellt die Struktur der heutigen Wasserinfrastruktur sowohl aus technischer, wirtschaftlicher und aus rechtlicher Sicht dar. Anschließend werden die Auswirkungen der sich ändernden Rahmenbedingungen auf die bestehenden Wasserinfrastrukturen dargestellt und der Bedarf alternativer Wasserinfrastrukturen zur zukunftsfähigen Gestaltung der Wasserver- und Abwasserentsorgung in Deutschland aufgezeigt.

Im Folgenden werden die organisatorischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Charakteristika bzw. Rahmenbedingungen der heutigen Wasserwirtschaft in Deutschland dargestellt und erläutert.

3.1 Gesetzliche Grundlagen der Siedlungswasserwirtschaft

Die Wasserwirtschaft in Deutschland basiert auf drei wesentlichen rechtlichen Säulen: Dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG), der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) und der Abwasserverordnung (AbwV). Die Aufgaben in der Wasserwirtschaft, wie sie durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) geregelt werden, sind auf vier Bereiche verteilt:

- (1) Bewirtschaftung
- (2) Gewässerschutz
- (3) Organisation und Steuerung des Abwasserabflusses und Gewässerunterhaltung
- (4) Informationsverwaltung, bspw. bzgl. Lizenzvergabe und Wasserentnahmerechte sowie zu Wasserschutzgebieten

Die Organisation der Wasserwirtschaft in Deutschland entspricht dem föderalen System der Bundesrepublik mit einer Kompetenzteilung zwischen dem Bund und den Ländern. Gesetze zum Wasserhaushalt fallen seit der Föderalismusreform 2006 in den Bereich der konkurrierenden Gesetzgebung (Art. 74 Absatz 1, Nr. 32 GG). Art. 72 Abs. 1 und 3 GG regelt die Verteilung der Gesetzgebungskompetenz zwischen dem Bund und den Ländern im Bereich des Wasserhaushaltes. Nach Abs. 1 haben die Länder die Gesetzgebungsbefugnis, solange der Bund keine Regelungen getroffen hat. Hat der Bund von seinem Recht Gebrauch gemacht, findet Abs. 3 (Nr. 5) Anwendung: Hier haben die Länder die Möglichkeit von den Gesetzen des Bundes abzuweichen (mit Ausnahme der stoff- und anlagenbezogenen Regelungen). Haben sowohl Länder als auch der Bund Gesetze erlassen, so gilt jeweils das zeitlich spätere Gesetz.

Durch diese überschneidende Gesetzgebungskompetenz von Bund und Ländern ergeben sich Unsicherheiten. Mit dem neuen Wasserhaushaltsgesetz (in Kraft seit März 2010) hat der Bund von seiner Gesetzgebungskompetenz Gebrauch gemacht. Hierin wurden einige Vorgaben festgelegt, von welchen die Länder nicht abweichen dürfen. Zum Vollzug des Bundesgesetzes sind jedoch ergänzende Regelungen durch Landesgesetze notwendig. Inwieweit die Länder ihre Abweichungskompetenz (s.o.) nutzen werden, muss die Zukunft noch zeigen. [Reuther & Nawarotzky 2010]

Des Weiteren nimmt die EU durch Richtlinien, welche in deutsches Recht umgesetzt werden müssen, und durch Verordnungen Einfluss. Dies sind beispielsweise die Wasserrahmenrichtlinie¹ und die Trinkwasserrichtlinie², welche durch das Wasserhaushaltsgesetz bzw. die Trinkwasserverordnung in nationales Recht umgesetzt wurden.

Auf Bundesebene werden die Gesetzesvorschläge für das Themenfeld Wasserver- und Abwasserentsorgung in erster Linie vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) bzw. vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) gestaltet. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) trägt zur Festlegung der Prinzipien für Tarif-, Preis- und Gebührengestaltung in der Wasserwirtschaft bei. Der Vollzug der wasserwirtschaftlichen Gesetze und Verordnungen, einschließlich des Bundes- und Europarechts ist grundsätzlich Sache der Länder. Somit kann die Bundesebene nur in begrenztem Maße die Gestaltung der Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur beeinflussen.

Trinkwasserversorgung: Vorgaben für die Qualität des Trinkwassers und entsprechende Auflagen für Wasserversorgungsanlagen sind in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) geregelt. Zweck der Verordnung ist der Schutz der menschlichen Gesundheit vor nachteiligen Einflüssen. Neben den allgemeinen Vorschriften regelt die TrinkwV die Anforderungen an die Beschaffenheit des Wassers für den menschlichen Gebrauch, die Aufbereitung des Wassers, die Pflichten des Unternehmers und des sonstigen Inhabers einer Wasserversorgungsanlage, die Überwachung der Wasserqualität sowie die Ahndung von Straftaten und Ordnungswidrigkeiten.

Anlagen zur Abgabe oder Entnahme von Wasser das keine Trinkwasserqualität aufweist, und die zusätzlich zur Trinkwasserversorgung im Haushalt installiert werden, sind dem Gesundheitsamt anzuzeigen [TrinkwV § 13 Abs. 4]. Weitere (Qualitäts-)Anforderungen für Brauchwasser werden nicht gegeben.

Die Überwachung der Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes obliegt in jedem Falle den Landeswasserbehörden sowie den entsprechenden nachgeordneten Oberen und Unteren Wasserbehörden. Die Überwachung der Umsetzung und Einhaltung der TrinkwV liegt im Verantwortungsbereich der Gesundheitsämter³. Sie beaufsichtigen die Eigenkontrolle der Versorgerunternehmen sowie die vorgeschriebene Dokumentation der Daten und führen selbst Kontrollen durch. Die Versorgungsunternehmen sind dazu verpflichtet, jede Überschreitung der vorgegebenen Grenzwerte sofort dem zuständigen Gesundheitsamt zu melden.

Abwasserbeseitigung: Das WHG beinhaltet Vorschriften für den Bau und den Betrieb von Abwasseranlagen. Seit der 4. Novelle des Wasserhaushaltsgesetzes von 1976 existieren bundesweite Min-

¹ Richtlinie 2000/60/EG des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

² Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

³ „[...] nach Landesrecht für die Durchführung [... der TrinkwV] bestimmte und mit einem Amtsarzt besetzte Behörde“ [vgl. § 3 Abs. 1 Nr.5 TrinkwV]

destanforderungen an das Einleiten von Abwasser in die Gewässer, deren Grundlage seit 1996 „der Stand der Technik“ ist. Die Mindestanforderungen werden in der Abwasserverordnung näher konkretisiert. Diese Anforderungen können von den Ländern und Kommunen entsprechend der jeweiligen Gewässersituation verändert werden. So kann die Wasserbehörde im Einzelfall auch Einleitungsverbote erteilen, wenn dies unter Immissionsgesichtspunkten notwendig ist.

Der Schutz der Gewässer im Allgemeinen und die Einleitungskriterien für Abwässer liegen in der Verantwortung der Länder bzw. der Gemeinden. Die Regelung und Kontrolle erfolgt durch eine Reihe von Gesetzen und Verordnungen. Die Erteilung von Genehmigungen liegt grundsätzlich im Ermessen der kommunalen Behörden, wobei für die Genehmigung der Abwassereinleitung in ein Gewässer in jedem Fall die Mindestanforderungen entsprechend der Abwasserverordnung einzuhalten sind. Die Genehmigung kann mit bestimmten Auflagen verbunden sein. Konsequenzen bei der Nichteinhaltung der Auflagen können die Nichterteilung von Bau- und Betriebsgenehmigungen, die Rücknahme dieser Genehmigungen, Bußgelder, Haftungsstrafen sowie eine Ahndung als Straftat oder Ordnungswidrigkeit sein.

3.2 Organisation der Wasserver- und Abwasserentsorgung

Die Wasserver- und Abwasserentsorgung gehört in Deutschland nach dem Wasserhaushaltsgesetz, den Landeswassergesetzen und den Gemeindeordnungen meist bzw. für Abwasserentsorgung immer zu den kommunalen Pflichtaufgaben im Rahmen des Auftrages zur Daseinsvorsorge, und nicht wie in vielen Ländern der Welt zu den freiwilligen Aufgaben der Gebietskörperschaften. Art. 28 Abs. 2 des Grundgesetzes garantiert den Städten und Gemeinden die kommunale Selbstverwaltung bei der Erfüllung der ihr übertragenden Aufgaben. Dies umfasst u.a. die Satzungsautonomie, Organisations-, Finanz- und Planungshoheit. Auf Grundlage der Landeswassergesetze und den Gemeindeordnungen entscheiden die Gemeinden eigenverantwortlich über die Organisation und Ausgestaltung der Wasserver- und Abwasserentsorgung. [Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011]

Die Möglichkeit der Übertragung der Pflicht zur Abwasserentsorgung durch die Städte und Gemeinden ist in den Landeswassergesetzen unterschiedlich geregelt. Während in Mecklenburg-Vorpommern eine Übertragung auf Private nicht möglich ist [§ 40 LWaG 2011; MBLU MV 1998], besteht in Sachsen-Anhalt und Baden-Württemberg die Möglichkeit der Übertragung [vgl. § 79 WG LSA 2011; §45 WG Baden-Württemberg 2012]. Die Erfüllung der Abwasserentsorgung kann hingegen auf Körperschaften bzw. juristische Personen und hierbei auch auf Dritte übertragen werden [Leptien et al. 2010]. Der Aufgabenträger bleibt aber in jedem Fall verantwortlich. Darüber hinaus ist in den Landeswasserhaushaltsgesetzen vorgesehen, dass die Kommune unter bestimmten Randbedingungen⁴ eine Befreiung von der Beseitigungspflicht beantragen kann. In diesem Fall ist anschließend der Grundstückseigentümer zur Abwasserbeseitigung verpflichtet.

⁴ z.B. „[...] die] Übernahme des Abwassers oder des Schlammes wegen technischer Schwierigkeiten, wegen des unverhältnismäßig hohen Aufwandes oder aufgrund der Siedlungsstruktur nicht angezeigt ist [...]“ [§78 Abs. 6 WG LSA]

Derzeit gibt es in Deutschland 6.400 Ver- und ca. 6.900 überwiegend kleine Entsorgungsbetriebe, die als Kommunal- oder Privatunternehmen zumeist in einem begrenzten räumlichen Gebiet tätig sind. Zur eigenverantwortlichen Durchführung der Wasserver- und Abwasserentsorgung kommen verschiedene Betriebsformen in Betracht. Für Abwasserentsorgungsbetriebe ist ein Trend vom Regie-⁵ hin zum Eigenbetrieb⁶ oder Zweckverband⁷ erkennbar. Zweckverbände stellen eine interkommunale Kooperation dar, um eine effizientere Durchführung der Wasserver- und Abwasserentsorgung zu ermöglichen. Bei kleinen Gemeinden ist der Regiebetrieb die häufigste Form. Die Übertragung des Anlagenbetriebes an private Betreiber z.B. als Betriebsführungs- oder Kooperationsgesellschaft, AG oder GmbH machen nur 3 % der Betriebe zur Abwasserbeseitigung aus bzw. 9 % bezogen auf die angeschlossenen Einwohner. Der Betrieb durch die Gemeinde oder private Unternehmen in der Hand von Gemeinden ist die häufigste Betriebsform. [Leptien et al. 2010]

Auf der Landesebene entspricht die Verwaltungsorganisation im Bereich der Wasserwirtschaft dem allgemeinen dreistufigen Aufbau der Landesverwaltungen, in Form der Oberen Wasserbehörde, der Unteren Wasserbehörde und in einer Mittelinstanz. Die Oberen Wasserbehörden sind zumeist in Landesministerien integriert und bearbeiten die übergeordneten Verwaltungs- und Steuerungsaufgaben. Die Mittelinstanzen sind als Bestandteil der Landesämter mit der wasserwirtschaftlichen Planung und bedeutsamen wasserrechtlichen Verfahren beauftragt. Die Untere Wasserbehörde beschäftigt sich als letzte Instanz mit den wasserwirtschaftlichen Verfahren, der Fachberatung, der Gewässerüberwachung und -nutzung sowie insbesondere der Abwasserableitung.

3.3 Gebührenordnung

Die Wasser- und Abwasserentgelte werden heute von den Betreibern, den Landeskartellämtern und der Preisgenehmigungsbehörde oder einer sonstigen Genehmigungsbehörde vorgeschlagen, die diese als letzte Instanz genehmigt. Den gesetzlichen Rahmen hierfür bilden die Kommunalabgabengesetze (KAG) und die Gemeindeordnungen. Bei der Erhebung der Gebühren sind bestimmte Prinzipien zu beachten. Nach den KAG gilt beispielsweise das Äquivalenzprinzip. Demnach müssen die Gebühren in einem angemessenen Verhältnis zu den erbrachten Leistungen stehen. Ein weiteres wichtiges Prinzip besteht im Kostendeckungsprinzip. Alle Kosten der Wasserver- und Abwasserentsorgung sollen durch die Gebühren gedeckt werden, eine langfristige Über- oder Unterschreitung soll nicht erfolgen. Die Kartellbehörden haben die Möglichkeit Preissenkungen zu verfügen, wenn der Kubikmeter-Preis im Vergleich mit einem oder mehreren Wasserversorgern zu hoch ist (Vergleichsmarktprinzip). Dadurch kann es zu einem Widerspruch zum Kostendeckungsprinzip kommen, wenn durch örtliche Besonderheiten besonders hohe Kosten entstehen. Eine langfristige Kostenunterdeckung wird nur dann berücksichtigt, wenn ein Nachweis hierfür durch das Versorgungsunternehmen erfolgt. Dieser

⁵ Betrieb durch die Gemeinde im Rahmen der allgemeinen Gemeindeverwaltung

⁶ Betrieb durch die Gemeinde als Sondervermögen mit eigenständiger Buchführung (wirtschaftliche Selbstständigkeit)

⁷ Zusammenschluss von Gemeinden als öffentlich-rechtliche Vereinigung

Nachweis ist praktisch nur äußerst schwer zu erbringen, da ein Effizienznachweis aller, z.T. auch weit zurückliegender, im Unternehmen getroffener Entscheidungen erfolgen muss [Branchenbild Wasserwirtschaft 2011].

Der **Trinkwasserpreis** in Deutschland setzt sich aus zwei festen Bestandteilen zusammen, dem Grundpreis und den mengenabhängigen Kosten:

Der Grundpreis besteht in der Regel aus a) der Grundgebühr b) der Mehrwertsteuer in Höhe von 7 % und c) der Wasserentnahmegebühr. Die Höhe der Wasserentnahmegebühr wird im Landesgesetz festgeschrieben und verpflichtet jeden, der Wasser entnimmt zur Zahlung dieser Gebühr. Diese Kosten werden im Falle der kommunalen Wasserversorgung direkt vom Versorgungsunternehmen auf die Verbraucher übertragen.

Die Höhe der Kosten wird vom Betreiber in der Region errechnet. So existieren in Deutschland regional sehr unterschiedliche Wasserpreise. Einheitlich ist dabei, dass grundsätzlich alle entstandenen Kosten durch den Wasserpreis gedeckt werden müssen. Im Jahr 2010 betrug der durchschnittliche Gesamtpreis für Trinkwasser im Haushaltsbereich 1,65 €/m³, und variiert zwischen den Ländern zwischen 1,21 €/m³ (Niedersachsen) und 2,17 €/m³ (Berlin) [Statistisches Bundesamt 2011a]. Dies bedeutet bei einem täglichen Pro-Kopf-Verbrauch von durchschnittlich 125 l einen täglichen Aufwand von 0,21 €/d (bzw. 0,15 – 0,27 €/d) oder 75 €/a (bzw. 55 – 99€/a).

Für die **Abwassergebühr** kommen zwei Gebührenmodelle zur Anwendung: bei der Abrechnung nach dem Frischwassermaßstab berechnet sich die Gebühr nach dem verbrauchten Frischwasser, die Kosten für die Ableitung und Behandlung des Niederschlagswassers ist pauschal enthalten. Beim gesplitzten Gebührenmaßstab wird die Schmutzwassergebühr in Abhängigkeit von dem Frischwasserverbrauch bestimmt, zusätzlich wird eine Niederschlagswassergebühr meist auf Grundlage der versiegelten Grundstücksfläche berechnet. [Leptien et al. 2012]

Die Kosten der Abwasserentsorgung setzen sich im Wesentlichen aus drei verschiedenen Kostenarten zusammen: a) den Betriebskosten, b) der Abwasserabgabe und c) den kalkulatorischen Kosten. Im Bundesdurchschnitt zahlte der Bürger im Jahr 2010 rund 2,36 €/m³ (Frischwasser) für die Ableitung und Behandlung seines Schmutzwassers mit einer Schwankungsbreite zwischen 1,81 und 3,34 €/m³ [Statistisches Bundesamt 2011a]. Entgeltpflichtig ist jeder, der Abwasser einleitet. Abwasserentgelte werden in Form von Gebühren (ohne Steuerabgaben) bei öffentlich-rechtlicher Abwasserentsorgung festgesetzt oder als Preise (mit Steuerabgaben) bei privatrechtlicher Gestaltung der Abwasserentsorgung ausgewiesen⁸.

Im Unterschied zur Wasserversorgung wird für die Abwasserentsorgung häufig keine Grundgebühr erhoben. Nur 10,7 % der angeschlossenen Einwohner entrichten eine Grundgebühr [Leptien et al. 2012]. Angesichts der hohen Fixkosten der Abwasserentsorgung und eines sinkenden Wasserver-

⁸ Der Unterschied zwischen Gebühren und Preisen liegt nicht nur in den Steuern begründet, sondern auch darin, welche Regularien für die Festsetzung gelten und welche unterschiedlichen Kontrollinstanzen zu berücksichtigen sind [Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011]. Bei privaten Unternehmen kommt zudem eine Gewinnmarge dazu.

brauches u.a. durch den demographischen Wandel (vgl. Kap. 4.1 und 4.4) sind die bestehenden zentralen Systeme zunehmend schwieriger zu finanzieren. Wird die vorwiegend verbrauchsabhängige Entgeltberechnung beibehalten, müssen die Entgelte zur Gewährleistung der Kostendeckung erhöht werden. Dies wiederum führt ggf. zu weiteren Wassereinsparungen der Nutzer, wodurch erneute Preiserhöhungen notwendig würden, so dass hier sowohl eine Preisspirale entstehen kann [Bellefontaine et al. 2011] als auch technische Schwierigkeiten zunehmen können (vgl. Kap. 4.1). Um zentrale Infrastruktursysteme erhalten zu können, werden verschiedene Formen der Gebührenberechnung diskutiert. Überlegungen reichen von der Einführung einer Grundgebühr bis hin zu Flatrattarifen. Die DWA-Arbeitsgruppe WI-3.2 „Entgelte und Steuern“ schlägt folgende Gebühren- bzw. Beitragsgestaltung vor:

- einmalige Beiträge für die Herstellung von Anlagen
- sowie grundstücksbezogene Entgelte zur Abdeckung der verbleibenden Fixkosten (z.B. Abschreibungen, Zinsen)
- und Benutzungsgebühren bzw. Preise zur Deckung der mengenabhängigen Kosten [Bellefontaine et al. 2010].

Die Einführung einer Grundgebühr würde zu einer verursachergerechteren Verteilung der Kosten führen und den finanziellen Problemen aus den rückläufigen Abwassermengen entgegenwirken. Bei Kostendeckung führen die Grundgebühren zu geringeren mengenabhängigen Kosten. Entwickelt wurde diese Gebührenkalkulation für die Wasserversorgung, ihre Anwendbarkeit auf die Abwasserentsorgung ist noch zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. [Bellefontaine et al. 2011]

Durch die unterschiedliche Tarifgestaltung in den Bundesländern bzw. Kommunen ergeben sich unterschiedliche Kosten für die Wasserver- und Abwasserentsorgung. Die jährliche Kostenbelastung liegt für ein Modellhaushalt zwischen 324,26 € in Bayern und 589,89 € in Sachsen-Anhalt. Dies ist auf unterschiedliche Randbedingungen wie z.B. Topographie und Trinkwasserquelle, aber auch auf die Siedlungsstruktur, die Bezugsgröße für das Niederschlagswasserentgelt und die Erneuerungsrate der Trinkwasser- und Abwassernetze zurückzuführen [Statistisches Bundesamt 2011a]

3.4 Wasserverbrauch

Von 1990 bis zum Jahr 2007 sank der durchschnittliche tägliche Wasserverbrauch pro Einwohner um 25 Liter (17 %) auf 122 Liter [UBA 2010]. In den neuen Bundesländern ist diese Entwicklung noch stärker ausgeprägt, so liegt der spezifische Wasserbedarf der neuen Bundesländer ein Drittel niedriger als in den alten Bundesländern [Hillenbrand et al. 2010]. Bspw. betrug der spezifische Wasserverbrauch 2007 in Sachsen 85 l/(E · d) [UBA 2010]. Die Gründe für die Verbrauchssenkung sind vielschichtig und lassen sich in der Zeit von 1990 bis zum Jahr 2000 in erster Linie auf folgende Faktoren zurückführen:

- Verringerung der Wasserverluste durch die Erneuerung und Instandsetzung des veralteten Versorgungsnetzes

- Steigende Wasserpreise, vor allem in den neuen Bundesländern durch die Einführung kosten-deckender Wasserpreise
- Gestiegenes ökologisches Bewusstsein
- Einsatz von modernen wassersparenden Haushaltsgeräten
- Überalterung der Bevölkerung im Zuge des demographischen Wandels in weiten Teilen Deutschlands, insbesondere den ländlichen Gebieten (vgl. Kapitel 4.1).

Diese aus ökologischen Gesichtspunkten begrüßungswerten Tendenzen sorgen allerdings bei vielen Versorgerunternehmen für sinkende Einnahmen bei nahezu gleich bleibenden Fixkosten und erschweren damit die ohnehin schon schwierige finanzielle Situation der Unternehmen (vgl. Kapitel 4.1 und 4.4).

Der geringe Wasserverbrauch führt auch zu einem geringeren Abwasseranfall bei nahezu stabilen Entsorgungskosten. Da diese Kosten auf eine geringere Wassermenge und Zahl von Gebührenzahlern verteilt werden müssen, steigen die Gebühren pro Abwassereinheit, was wiederum schwierig vermittelbar ist.

4. Aktuelle und zukünftige Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Wasser- und Abwasserinfrastrukturen in der Bundesrepublik Deutschland [iwar]

Das folgende Kapitel erläutert die aktuellen sowie die sich für die nahe Zukunft abzeichnenden Veränderungen der Rahmenbedingungen u.a. durch den demographischen Wandel und den Klimawandel sowie deren Folgen für die Siedlungswasserwirtschaft. Es zeigt die Konsequenzen für die derzeitige Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur auf, welche zumindest in Teilen Deutschlands zukünftig eine Anpassung der bestehenden Systeme notwendig machen wird.

4.1 Auswirkungen des demographischen Wandels

Entsprechend der Raumordnungsprognose des BBR ist bis 2025 mit einem leichten Bevölkerungsrückgang um 2 % in Deutschland zu rechnen [BBR 2008]. Das statistische Bundesamt geht von einem Bevölkerungsrückgang um 5,7 % zwischen 2008 und 2030 aus. Allerdings ist eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Regionen notwendig, da die Entwicklung der Bevölkerungszahl regional sehr unterschiedlich sein wird [Statistisches Bundesamt 2011b]. Während in den Ballungsräumen von Metropolen noch ein leichter Anstieg der Bevölkerungszahl (u.a. durch Wanderungsbewegungen) zu erwarten ist, nimmt in vielen Städten und Kreisen (auch in Westdeutschland) der Schrumpfungsprozess zu [Bieker & Frommer 2010a].

Neben der Entwicklung der Bevölkerungszahl müssen auch die Veränderungen in der Alters- und Haushaltsstruktur berücksichtigt werden. Durch eine geringe Geburtenrate bei gleichzeitig steigender Lebenserwartung nimmt das Durchschnittsalter der Bevölkerung zu. Auch bei der Altersstruktur

werden regionale Unterschiede entstehen [Statistisches Bundesamt 2011b]. Mit der Alterung der Bevölkerung ist beispielsweise ein höherer Arzneimittelkonsum verbunden [Hillenbrand et al. 2010]. Medikamente als Spurenstoffe im Wasser werden zunehmend als Herausforderung für die Abwasserbehandlung und die Trinkwassergewinnung eingeschätzt.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts wird ein Anstieg der Wohnfläche pro Person verzeichnet. Daneben nimmt die durchschnittliche Anzahl der in einem Haushalt lebenden Personen deutlich ab, während die Anzahl der Ein-Personen-Haushalte zunimmt [Pennekamp & Frommer 2005]. So ist seit 30 Jahren der Anteil der Ein-Personen-Haushalte am größten, gefolgt von Zwei-Personen-Haushalten. Im Ergebnis stieg die Anzahl der Haushalte von 1991 bis 2009 um 14 %, bis 2030 wird ein weiterer Anstieg von 2 % erwartet. Auch hier ist eine regionale Differenzierung zu erwarten. Während in den alten Bundesländern trotz des leichten Bevölkerungsrückganges die Haushaltszahl zunimmt (4 – 5 %), wird in den neuen Bundesländern die Haushaltszahl deutlich zurückgehen (minus 10 %) [Statistisches Bundesamt 2011b].

Die beschriebenen Entwicklungen (zunehmende Haushaltszahl, sinkende Bevölkerungszahl und weitere Wanderungsbewegungen) stellen für die leitungsgebundene Infrastruktur zukünftig große Herausforderungen dar. Durch die Zunahme der Haushalte ergibt sich ein zusätzlicher Anschlussbedarf, entweder bei der Nachverdichtung im Bestand oder in Neubausiedlungen. In Folge disperser Schrumpfungsprozesse werden andererseits in einigen Regionen die bestehenden Netze nicht mehr ausreichend ausgelastet sein [Kluge & Scheele 2008]. Beispielsweise wird für ein Wohngebiet mit hoher Leerstandsquote in Ostdeutschland ein Wasserverbrauch und entsprechender Abwasseranfall von nur einem Viertel des Auslegungswertes beschrieben [Kluge et al. 2003]. Die Abnahme des Wasserverbrauchs wird durch den Rückgang des einwohnerspezifischen Wasserbedarfs (vgl. Kap. 3.4) verstärkt.

Die Unterauslastung der Systeme führt zu verschiedenen Problemen. In zu groß dimensionierten Trinkwassernetzen erhöht sich die Verweilzeit des Wassers, dies verstärkt das Risiko der Wiederverkeimung des Trinkwassers, außerdem kommt es zu vermehrter Belagsbildung. Dieser muss durch betrieblichen Maßnahmen entgegen gewirkt werden. In den Abwassernetzen besteht die Gefahr einer verstärkten Bildung von Ablagerungen, die erhöhte Geruchsbildung und Korrosionsgefahr zur Folge haben können [vgl. DVGW 1997; Cornel et al. 2004; Koziol 2004; Koziol 2006; Mutschmann & Stimmelmayer 2007; Libbe & Scheele 2008]. Die begrenzte Anpassungsfähigkeit bestehender zentraler Netze führt zu steigenden finanziellen Pro-Kopf-Belastungen. Die hohe Kapitalbindung durch große Netze verursacht zudem hohe Fixkosten, die von einer sinkenden Nutzeranzahl getragen werden muss [Reidenbach et al. 2008]. Als solche machen 2009 Abschreibung und Zinsen mit 44 % den größten Kostenblock der Gesamtkosten für die Abwasserbeseitigung aus [Leptien et al. 2010] (vgl. auch Kapitel 4.4). Im Bereich der Abwasserentsorgung dominiert derzeit eine mengenabhängige Entgelterhebung (vgl. Kap. 3.3). Aufgrund rückläufiger Wasserbedarfsmengen bei gleichzeitig hohem Fixkostenanteil kann ohne eine deutliche Gebührenerhöhung das Kostendeckungsprinzip nicht dauerhaft erfüllt werden. Gebührenerhöhungen haben aber i.d.R. einen weiteren Verbrauchsrückgang zur Folge und verstärken somit die Problematik. Um den Wasserverbrauch konstant zu halten oder auch zu erhöhen und zentrale Systeme erhalten zu können, werden die Einführung und Erhöhung

der Grundgebühr bis hin zu Flatrates diskutiert. Aus ökologischen Gesichtspunkten (Energie-/Ressourcenverbrauch) ist dies jedoch nicht sinnvoll. Zur Anpassung an den demographischen Wandel sind neben der Anpassung der Gebührenordnung daher auch die Konzepte (zentral/dezentral), die optimale Betriebsgröße und die Möglichkeiten der interkommunalen Zusammenarbeit zu prüfen, um langfristig die Kosten möglichst gering zu halten [Bellefontaine et al. 2010].

4.2 Auswirkungen des Klimawandels

Meldungen wie „Rekordsommer 2003“ [DWD 2003], „Wärmster Winter aller Zeiten“ [DWD 2007], aber auch das ‚Jahrhunderthochwasser‘ von 2002 verdeutlichen, dass Extremereignisse vermehrt öffentlich wahrgenommen werden. Die Zunahme von Extremereignissen wie Starkregen, starken Stürmen und Hochwasserereignissen ist nach Ansicht von Experten ein deutliches Zeichen für den globalen Klimawandel. Aber nicht nur die Häufigkeit von Extremereignissen steigt, sondern auch die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Ganzen verändern sich langfristig [IPCC 2007; Zebisch et al. 2005]. Folgen für die Siedlungswasserwirtschaft durch mögliche Auswirkungen des Klimawandels werden in Bieker und Frommer [2010a] genannt [vgl. auch Frommer & Schlipf 2008; Jacob 2009; Stock et al. 2009, UBA 2005, UBA 2006]: Beispielsweise führen der Anstieg der Durchschnittstemperaturen und die Veränderungen der Niederschlagsverhältnisse zu Änderungen der Verfügbarkeit des Trinkwasserdargebots sowie zu einer Beeinträchtigung der Grundwasserneubildungsrate. Folge kann ein temporärer Wassermangel auch in solchen Regionen sein, in denen heute noch ausreichend Wasser zur Verfügung steht. Das Selbstreinigungsvermögen der Gewässer kann sich ebenfalls verändern [BMVBS & BBR 2008]. Durch die zunehmende Häufigkeit von Hitzeperioden im Sommer und der erhöhten Wahrscheinlichkeit von Trockenphasen steigt der Wasserbedarf. Außerdem kann es in Gebieten mit Mischwasserkanalisation zu nicht ausreichenden Durchflussmengen und damit zu einer erhöhten Ablagerung mit Geruchs- und Korrosionsbildung kommen. Der Wassermangel im Sommer kann zudem zu Zielkonflikten führen, da ein erhöhter Wasserbedarf sowohl in der Trinkwasserversorgung als auch bei der Energieversorgung (Kühlwasser) bestehen wird. Gleichzeitig entsteht die Notwendigkeit einer vermehrten Kanalspülung in Systemen mit Mischwasserentwässerung [BMBVS 2011]. Um das Ziel der vielfach geforderten Nachhaltigkeit zu erreichen, wäre hingegen eine Verringerung des Wasserverbrauchs erforderlich. Die Auswirkungen des Klimawandels können die Problematik der zum Teil heute schon bestehenden Überdimensionierung der Abwasserinfrastruktur in Schrumpfungsbereichen weiter verstärken [Koziol et al. 2006]. Dem gegenüber steht durch die zunehmende Niederschlagsintensität bei Starkregenereignissen eine mangelnde Leistungsfähigkeit der Siedlungsentwässerung. Gebiete mit vorherrschender Mischwasserkanalisation sind hiervon besonders betroffen [Schmitt et al. 2006]. Durch die Mischwasserentlastungen, verbunden mit den erhöhten Ablagerungen im Kanalsystem (aufgrund der geringeren durchschnittlichen Durchflüsse), kommt es zu negativen ökologischen Auswirkungen [Hillenbrand et al. 2010]. Durch den Eintrag höherer Frachten von CSB und Nährstoffen kann es zu einer starken Sauerstoffzehrung im Vorfluter und durch den Sauerstoffmangel zu einem Fischsterben kommen.

4.3 Auswirkung der Rohstoff- und Energiepreisentwicklung

Der Energiebedarf der Abwasserreinigung sowie das Energiepotential des Abwassers sind nicht nur vor dem Hintergrund des Klimawandels sondern auch aufgrund der knapper werdenden fossilen Energieträger von Bedeutung. Die derzeit überwiegenden zentralen Strukturen der Wasserwirtschaft sind sehr energieintensiv [Felmeden et al. 2011]. Dies gilt insbesondere für die kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen, deren Stromverbrauch 20 % des gesamten kommunalen Strombedarfs der Städten und Gemeinden beträgt. Damit zählen sie zu den größten Verbrauchern der Kommunen vor Schulen, Krankenhäusern und der Straßenbeleuchtung [Haber Kern et al. 2008]. Der Energiebedarf der Trinkwasserbereitstellung und der Abwasserbehandlung entspricht etwa 10 % des häuslichen Stromverbrauches [Alex 2010]. Aufgrund der steigenden Energiepreise auf dem Weltmarkt sind die Anlagenbetreiber bemüht die Energieeffizienz zu steigern [Haber Kern et al. 2008]. Auch Maßnahmen außerhalb der Kläranlage sollten ergriffen werden. Die Reduzierung der Fremdwassermenge ist dafür ein Beispiel [Vogt et al. 2010]. Durch die Reduzierung der Wassermenge im Kanal wird Pumpenergie eingespart. In einem (Extrem) Beispiel [vgl. Haber Kern et al. 2008] hatte darüber hinaus das Fremdwasser zu einer Ausspülung der Schmutzfracht über eine Regenentlastung geführt. Dadurch sanken die Schlammbelastung, die Überschussschlamm- sowie die Primärschlamm- und daraus resultierend der Faulgasertrag der anaeroben Schlammbehandlung. In abgeschwächter Form kann dies häufiger beobachtet werden. In anderen Worten bietet die Realisierung von umfassenden und fachübergreifenden Maßnahmen auch außerhalb der Kläranlagen das Potenzial effektiven Ressourcenschutz zu betreiben und gleichzeitig die Betriebssicherheit der technischen Anlagen zu erhöhen.

Auf Kläranlagen wird 50-80 % des elektrischen Energiebedarf für die Belüftung, also für die Oxidation von biologisch oxidierbaren Inhaltsstoffen mit Sauerstoff benötigt [Vogt et al. 2010]. Das energetische Potential der chemisch oxidierbarer Inhaltsstoffe (CSB) beträgt 170 kWh/(EW·a). Durch die Oxidation mit Sauerstoff geht dieses Potential zum großen Teil verloren [Alex 2010]. Durch eine anaerobe Behandlung kann ein Teil des CSB in Methan umgewandelt und energetisch genutzt werden. In diesem Kontext können innovative Systeme (ggf. de- oder semizentraler Größenordnung) mit Stoffstromtrennung zur anaeroben Behandlung hoch konzentrierter Teilströme eine sinnvolle Alternative sein.

Neben dem Energiebedarf für die Abwasserbehandlung muss auch die benötigte Energie für die Bereitstellung von Warmwasser in Haushalten betrachtet werden. Ein erheblicher Teil dieser Energie wird mit dem Abwasser ungenutzt in die Kanalisation abgegeben, da das abgeleitete Abwasser häufig noch hohe Temperaturen aufweist. Im konventionellen System wird dieses Potenzial kaum genutzt – zukunftsweisende „innovative“ Lösungen (vgl. Kapitel 5.1) können hier ansetzen.

Es wird prognostiziert, dass die Stromkosten auch inflationsbereinigt in den nächsten Jahren deutlich ansteigen werden. Da diese Kosten aus Sicht vieler Betreiber langfristig zu höheren Belastungen der Bürger führt, sollte nach Möglichkeiten der Effizienzsteigerung sowie der Nutzung eigener Ressourcen gesucht werden [Schröder 2010]. Durch die Konflikte auf den internationalen Energiemärkten sowie durch Vorgaben der EU entstand auch politisch die Bestrebung energieeffizientere Verfahren und regenerative Energien zu fördern [Haber Kern et al. 2008]. Diese Entwicklungen machen eine

erhöhte Ressourceneffizienz in der Wasserwirtschaft notwendig. Innovative Wasserinfrastruktursysteme bieten hier ein großes Potential, z.B. durch die Wärmenutzung von Grauwasser oder die Co-Vergärung mit Bioabfall (vgl. Kapitel 5).

Neben der Energieeffizienz wird in Zukunft auch die Ressourceneffizienz in Bezug auf Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor an Bedeutung gewinnen. Die geologischen Phosphatvorkommen werden weltweit knapper, von 2009 bis 2030 wird eine Halbierung der weltweiten Reserven angenommen [von Horn & Sartorius 2009]. Aufgrund der sinkenden Rohstoffverfügbarkeit, damit verbunden einer abnehmenden Qualität des angebotenen Rohphosphats, bei gleichzeitig steigender Düngemittelnachfrage ist mit einem Ansteigen des Phosphatpreises zu rechnen. Hinzu kommen starke Preiserhöhungen, die durch Spekulationen an den internationalen Märkten entstehen können [Esmen & Dockhorn 2009]. Je nach Szenario wurde für 2030 ein Phosphatpreis zwischen 100 und 120 US\$ pro Tonne berechnet [von Horn & Sartorius 2009]. Auf der anderen Seite enthält Abwasser erhebliche Mengen an Phosphor, die zurzeit ungenutzt bleiben, wenn der Klärschlamm nicht landwirtschaftlich verwertet wird. Die landwirtschaftliche Verwertung ist in Deutschland zum Teil politisch nicht mehr gewollt. Angesichts der steigenden Preise wird daher eine Rückgewinnung der Ressource Phosphor aus dem Abwasser zunehmend relevant. Nach einer Abschätzung von Hillenbrand [2011] entspricht in Deutschland die Menge an Phosphor im Abwasser 53 % des abgesetzten mineralischen Phosphordüngers. Auf dem Gebiet der Rückgewinnung von Phosphor aus häuslichem Abwasser wird seit mehr als 10 Jahren intensiv geforscht. Es existieren Ansätze für Verfahren zur Rückgewinnung aus dem Kläranlagenablauf und aus dem Faulschlamm bzw. der Klärschlammasche.

Im Unterschied zu den Phosphaten ist die Verfügbarkeit von Stickstoff als Pflanzennährstoff nicht begrenzt, da Stickstoffverbindungen für Düngemittel aus Luftstickstoff hergestellt werden können. Diese Prozesse sind allerdings sehr energieintensiv. Dem gegenüber steht die Stickstoffeliminierung in den Abwasserbehandlungsanlagen von Ammonium über Nitrat zu N_2 , welche ebenfalls mit einem erheblichen Energieaufwand verbunden ist. Daher sollte auch bei Stickstoff eine mögliche Rückgewinnung berücksichtigt werden.

4.4 Sanierungsbedarf

Mehr als die Hälfte der öffentlichen Wassergewinnungs- und Wasserverteilungsanlagen sind älter als 25 Jahre, während nur 5 % der Anlagen jünger als zehn Jahre sind [Koziol et al. 2006]. Für das Wasserversorgungsnetz kann jedoch von einem hohen Alter nicht pauschal auf einen Sanierungsbedarf geschlossen werden. Vielmehr müssen hier auch Faktoren wie eingesetzte Werkstoffe, bspw. mit unterschiedlichen Rostschutzhüllungen, und örtliche Gegebenheiten wie Verkehrsverhältnisse, Bewuchs und Grundwasserverhältnisse betrachtet werden [Roscher 2003]. Da die Infrastruktur für die Wasserversorgung eine Nutzungsdauer von bis zu 100 Jahren hat, ist jedoch eine kontinuierliche Investitionstätigkeit zur Erhaltung der Versorgungssicherheit und stabiler Wasserpreise notwendig. 2008 wurden 18 % (2 Mrd.) des Gesamtumsatzes der Wasserversorgungsunternehmen für Investitionen verwendet. Über 50 % hiervon wurden in die Rohrnetze investiert [Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011]. Allerdings wird die langfristige Erhaltung der Wassernetze nicht immer erreicht. Es herrschen regionale Unterschiede, zum einen bedingt durch das unterschiedliche Alter

der Netze, zum anderen können vor allem kleine Versorgungsunternehmen z.B. im ländlichen Raum nicht immer das notwendige Investitionsvolumen aufbringen [Libbe & Scheele 2008].

Die Infrastruktur der Abwassersammlung und -ableitung ist in einem deutlich schlechteren Zustand als die der Wasserversorgung. Dies ist vor allem die Folge des hohen Alters der Kanäle. 2009 wurde die sechste DWA-Umfrage zum Zustand der Kanalisation durchgeführt, deren Ergebnisse in Berger & Falk [2011] dargestellt werden: Das durchschnittliche Alter der Kanäle liegt bei 41 Jahren. Jünger als 25 Jahre ist nur ein Drittel der Kanäle, der größte Anteil (36 %) hat ein Alter zwischen 26 und 50 Jahren und 28 % des Kanalnetzes ist älter als 50 Jahre, davon 6 % sogar älter als 100 Jahre (vgl. Abbildung 2).

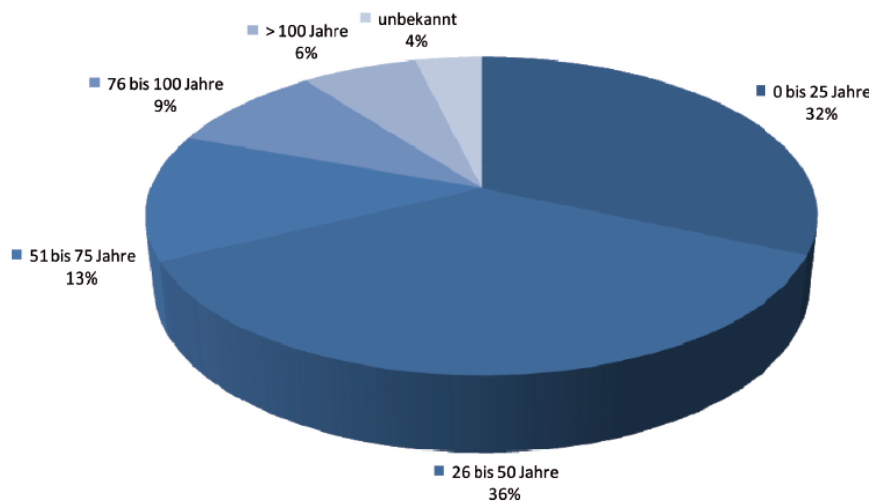


Abbildung 2: Altersverteilung der Kanalisation [Berger & Falk 2011]

Im Weiteren wird angegeben, dass 17 % der öffentlichen Kanalisation kurz- bis mittelfristig sanierungsbedürftig sind. Daneben müssen weitere 18 % aufgrund von kleineren Schäden langfristig saniert werden. Der Sanierungsbedarf hat sich gegenüber 2004 kaum verändert. Dies zeigt, dass die bisherigen Bemühungen den Sanierungsbedarf abzubauen nicht ausreichen. Über den Zustand privater Entwässerungsanlagen (Grundstücksentwässerungsanlagen (GEA)) liegen den Kommunen nur wenige Informationen vor, da sie in der Regel nicht zuständig sind. Eine Kontroll- bzw. Aufsichtspflicht wurde den Kommunen durch den Gesetzgeber bisher entweder gar nicht oder erst vor kurzem zugewiesen. Die Regelungen hierzu sind länderspezifisch [Berger & Falk 2011]. Die Leitungslänge der Grundstücksentwässerung wird auf das 2 bis 4-fache der Länge der öffentlichen Kanalisation geschätzt, der Zustand ist vergleichbar mit dem der öffentlichen Kanalisation [Thoma & Goetz 2008]. Eine Dichtheitsprüfung ist laut der Umfrage der DWA von 2009 in 43 % nicht gefordert, bei 57 % der antwortenden Kommunen gibt es Regelungen in den Landeswassergesetzen, landesrechtlichen Verordnungen oder Kommunal Satzungen. Die Verantwortung für die Veranlassung und Durchführung der Untersuchung von Grundstücksentwässerungsanlagen wird bei 52 % der antwortenden Befragten bei dem Eigentümer gesehen, bei weiteren 33 % bestehen keine Regelungen. Dem entsprechend sind 64 % der GEA nicht erfasst. Bei den erfassten GEA wurden in nur 4 % der Fälle die

gesamte GEA betrachtet. Der Sanierungsbedarf der privaten Anschlussleitungen wird jedoch hoch eingeschätzt [Berger & Falk 2011].

Obwohl ein erheblicher Sanierungsbedarf besteht, kann ein starker Rückgang der kommunalen Investitionstätigkeit beobachtet werden. Wichtige Ersatzinvestitionen werden nicht im erforderlichen Umfang getätigt [Jakubowski 2006]. So beträgt der notwendige Investitionsbedarf für die Ersatzinvestitionen nach einer Studie des Deutschen Instituts für Urbanistik [Reidenbach et al. 2008] für den Zeitraum von 2006 bis 2020 ca. 44 Mrd. Euro. 50 %, davon werden für die Sanierungsmaßnahmen des Kanalnetzes benötigt und jeweils ca. 25 % für den baulichen Teil der Kläranlagen und den Teil der Maschinen- und Elektrotechnik. Ausgehend von einer Umfrage bei den Kommunen wurden vorläufig für 2011 Investitionen von 4,4 Milliarden berechnet, wobei 36 % für die Instandhaltung des Kanalnetzes aufgewendet wurden und weitere 31 % für dessen Neubau und Erweiterung [Leptien et al. 2012]. Der Investitionsbedarf der Trinkwasserversorgung wird im Zeitraum von 2006 bis 2020 auf 29 Mrd. Euro geschätzt, wobei hier knapp 75 % für Ersatzinvestitionen benötigt werden [Reidenbach et al. 2008]. Für 2010 wurde der kommunale Investitionsrückstand im Bereich der Wasser- und Abwasserentsorgung auf 10 Mrd. € geschätzt [KfW 2011]. In einer Umfrage von 2010 gaben in den alten Bundesländern 8 % der Kommunen einen gravierenden Investitionsrückstand, weitere 29 % einen nennenswerten Rückstand an. In den neuen Bundesländern sehen hingegen nur 24 % einen nennenswerten und keine Kommune einen gravierenden Investitionsrückstand [KfW 2010]. Dieser Investitionskostenrückstand bedeutet eine gesunkene Kapitalbindung durch die zentralen Systeme, so dass es in manchen (Teil-) Entwässerungsgebieten mit einem erheblichen Sanierungsbedarf sinnvoll sein kann, zentrale Abwasserinfrastrukturen zurückzubauen und durch innovative Systeme zu ersetzen oder zu ergänzen.

4.5 Zwischenfazit

Durch Wanderungsbewegungen sowie den Trend zu mehr Ein- und Zwei-Personenhaushalten ergibt sich in einigen Regionen ein zusätzlicher Anschlussbedarf. In Schrumpfungsbereichen bewirken die Überkapazitäten lange Wasserverweilzeiten im Trinkwassernetz, wodurch hygienische Probleme durch eine Wiederverkeimung entstehen. Die Auswirkungen des Klimawandels bewirken zudem in einigen Regionen einen temporären Wassermangel durch Trockenzeiten und steigenden Wasserbedarf während Hitzeperioden. Abwasserseitig besteht das Problem, dass durch den Bevölkerungsrückgang, verbunden mit dem sinkenden spezifischen Wasserverbrauch, die Kanalnetze nicht mehr ausreichend gespült werden und es somit zu Ablagerungen und in Folge dessen zu Geruchs- und Korrosionsproblemen kommen kann. In Systemen der Mischwasserkanalisation verstärken die Auswirkungen des Klimawandels (geringere Niederschlagsmengen im Sommer) dieses Problem. Dem gegenüber steht die Überlastung von Mischkanalisationen im Falle von Starkregenereignissen, deren Intensität zunehmen wird. Während einerseits die Mischwasserkanalisation im Trockenwetterfall unterbelastet, also zu groß dimensioniert ist, ist sie im Regenwetterfall überlastet und somit zu klein dimensioniert. Aus diesem Grund ist eine Trennung von Schmutz- und Regenwasser eine wichtige Maßnahme und ein wesentlicher Ansatzpunkt bzw. eine Voraussetzung für die Implementierung innovativer Systeme (v.a. im Falle einer Stoffstromtrennung) als Ergänzung zum zentralen System. Hinzu

kommt der Sanierungsbedarf, insbesondere im Bereich der Abwasserkanalisation. Darüber hinaus führen steigende Energiekosten und z.T. temporäre Wasserknappheit zu einem höheren Bedarf einer effizienten Ressourcennutzung. Aufgrund dieser Entwicklungen ergibt sich die Notwendigkeit, das Konzept der heutigen zentralen und sektoral-getrennten Infrastrukturen zu überdenken und nach innovativen, zukunftsfähigen Lösungen zu suchen, die die bestehenden Strukturen effizient unterstützen und ergänzen können.

Im Unterschied zur Abwasserentsorgung gibt es in der Wasserversorgung aufgrund der sehr hohen Anforderungen an Qualität und Versorgungssicherheit derzeit kaum Entwicklungen zu de- oder semizentralen, innovativen Lösungsmöglichkeiten. Daher liegt der Schwerpunkt dieses Berichtes auf den innovativen Abwasserinfrastrukturen. Aspekte der Wasserversorgungsinfrastruktur werden nur im Zusammenhang mit Auswirkungen der Implementierung von innovativen Abwasserinfrastrukturen betrachtet.

5. Innovative Abwasserinfrastruktursysteme – Ein möglicher Ansatz zur zukunftsfähigen Gestaltung der Abwasserinfrastruktur in der Bundesrepublik Deutschland [iwar und inter3]

Konventionelle, zentrale Systeme sind auf Wachstum ausgelegt, eine Verringerung der Kapazitäten gestaltet sich meist schwierig. Z.T. wurden die Anlagen bereits größer dimensioniert, als zum Zeitpunkt des Bedarfes benötigt. Tritt das Wachstum nicht ein oder geht der Wasserverbrauch zurück, führt dies zu betrieblichen und ökonomischen Problemen, wie sie teilweise derzeit schon beobachtet werden können. Die Folge ist ein erhöhter Betriebsaufwand, z.B. die Notwendigkeit von Kanalspülungen zur Beseitigung der durch die geringere Fließgeschwindigkeit vermehrt auftretenden Ablagerungen [Hillenbrand et al. 2010]. Ein weiterer Effekt sind die steigenden einwohnerspezifischen Kosten, da die mengenunabhängigen Kosten (Fixkosten) einen hohen Anteil der Gesamtkosten leitungsgebundener Infrastrukturen ausmachen und somit bei Nachfragerückgang kaum reduziert werden können [Reidenbach et al. 2008].

Der mögliche modulare Aufbau von innovativen Systemlösungen ermöglicht die Realisierung des aktuellen Bedarfs und eine vergleichsweise einfache Erweiterung bei steigendem Bedarf. Da innovative Konzepte häufig kürzere Leitungsnetze mit geringeren Nennweiten besitzen, ist die Kapitalbindung geringer. Im Vergleich zum konventionellen System werden innovative Abwasserinfrastrukturen meist für kürzere Zeiträume (20 statt mehr als 50 Jahre) mit geringeren Abschreibungszeiten geplant, Dies bietet mehr Planungssicherheit durch schnellere Systemauslastung sowie eine erhöhte Flexibilität bei dynamischen Änderungen der Rahmenbedingungen, wie in Kapitel 4 beschrieben.

In der Fachwelt wurden verschiedene Anpassungsmöglichkeiten an die beschriebenen dynamischen Änderungen der Rahmenbedingungen für die deutsche Wasserver- und Abwasserentsorgungssysteme diskutiert. Als Beispiele sind die Zusammenlegung von Kläranlagen und die Sanierung von Kanälen mit gleichzeitiger Verkleinerung des Rohrdurchmessers bei zu geringer Auslastung zu nennen. Ein

weiterer Ansatz ist die strategische Strukturplanung, die eine enge Zusammenarbeit zwischen der Stadtplanung der Sanierungsplanung der Wasserinfrastruktur vorsieht [vgl. auch Hillenbrand et al. 2010]. Diese Ansätze führen jedoch nicht zu einem grundlegenden Systemwechsel, sondern dienen im Gegenteil dem Erhalt der bestehenden Systeme. Um die zukünftigen Herausforderungen an die Wasserinfrastruktur beherrschen zu können, sollten zudem neue innovative Konzepte, als ergänzende Komponenten zur konventionellen zentralen Lösung, in Betracht gezogen werden.

5.1 Begriffsdefinitionen

Im Folgenden werden die Begriffe „zentral“, „dezentral“ und „innovativ“ bezogen auf die Wasserinfrastruktur (System oder Systemkomponenten) und auf die Anwendung in diesem Forschungsvorhaben definiert.

„Zentral“

Als zentrale Infrastruktur werden in diesem Bericht solche Systeme bezeichnet, bei denen der gesamte Abwasserstrom in einem Kanalsystem gesammelt und zu einer zentralen Kläranlage abgeleitet wird. Hierbei ist die genaue Größe (z.B. angeschlossene Einwohnerzahl) kein Kriterium für die Bezeichnung als „zentrale“ Infrastruktur, vielmehr ist die räumliche Zuordnung entscheidend. So haben zentrale Kläranlagen im ländlichen Bereich in der Regel eine andere Größenordnung als solche in städtischen Regionen.

„Dezentral“

Ein System wird als „dezentral“ bezeichnet, wenn es vom zentralen System abgekoppelt ist. Das heißt, bei konventionell dezentralen Wasserinfrastrukturen befindet sich auf dem eigenem Grundstück (oder bei Gruppenlösungen auf einem separaten Grundstück) ein vom zentralen System unabhängiges Abwasserreinigungssystem. Auch hier ist die Bezeichnung als dezentrales System keine Frage der Größe, sondern der Unabhängigkeit von einem zentralen System.

„Innovativ“

Als innovative Infrastrukturlösungen werden in Kontext dieses Berichtes technische und nicht-technische (betriebliche) Konzepte zur Lösung heutiger und zukünftiger Herausforderungen bezeichnet, die einen deutlichen Beitrag zur Flexibilisierung und/ oder gesteigerter Ressourceneffizienz leisten.

Es gibt eine Vielzahl von innovativen Lösungen für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Wasserinfrastruktur, aus denen in Abhängigkeit vom Standort und den spezifischen Randbedingungen eine passende ausgewählt bzw. entwickelt werden kann. Einige Beispiele für innovative Lösungen werden in Kapitel 5.3 aufgeführt.

5.2 Entwicklung der Abwasserinfrastrukturen

Das folgende Kapitel beschreibt die Entstehung der heutigen zentralen und dezentralen Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastrukturen. Durch die Betrachtung der Akteure, deren Beziehungen

sowie treibender und hemmender Faktoren in der Vergangenheit werden erste Erkenntnisse über Akteure, Treiber und Hemmnisse für die Implementierung von innovativen Systemen heute gewonnen.

5.2.1 Zentrale Abwasserinfrastrukturen [iwar]

Mit der fortschreitenden Industrialisierung erfolgte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Deutschland ein starkes Städtewachstum. Aufgrund unzureichender hygienischer Zustände brachen wiederholt Epidemien in den Städten aus. In diesen existierten noch keine ausreichenden Infrastrukturen der Wasserver- und Abwasserentsorgung. Zwar verfügten die meisten Städte über Straßendrainagesysteme, diese waren jedoch nicht geeignet, die großen Abwassermengen der wachsenden Stadtbevölkerung aufzunehmen. Fäkalien wurden noch häufig in Gruben gesammelt und zur landwirtschaftlichen Verwertung genutzt [Sickert 1998]. Ein Teil des Abwassers versickerte aus den Gruben ins Grundwasser. Dadurch erfolgte eine Kontamination des Trinkwassers, welche eine Ursache der zahlreichen Cholera- und Typhusepidemien war. Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts zeigten Studien von u.a. von Pettenkoffer (Lehrstuhl für Hygiene in München, 1866-1894) den Zusammenhang zwischen den Epidemien und den schlechten hygienischen Verhältnisse in den Städten auf [Mohajeri 2001], so dass die ersten zentralen Wasserversorgungssysteme und Abwasserkanalisationen entstanden. Nach dem Aufbau der zentralen Wasserversorgung stieg der Abwasseranfall stark an, so dass sowohl Kanalisationen als auch die Errichtung zentraler Kläranlagen dringend notwendig wurden [Büschfeld 2006, Münch 1993]. Die erste Kanalisation in Deutschland wurde 1842 in Hamburg errichtet, aber erst ab 1867 (Errichtung der Kanalisation in Frankfurt a.M.) fanden Kanalisationssysteme weitere Verbreitung [Seeger 1999]. Zur gleichen Zeit entstanden auch die ersten Landesbehörden zur Planung, Überwachung und Finanzierung der stadthygienischen Infrastrukturen, ab 1900 wurden die Gemeinden per Gesetz zur Errichtung dieser Infrastrukturen verpflichtet. Im Unterschied zur Wasserversorgung war die Abwasserentsorgung von Beginn an eine kommunale Aufgabe, da sie nicht gewinnbringend war. Aus gesundheitlichen, sozialen und fiskalpolitischen Gründen wurde aber auch die Wasserversorgung bis Ende des 19. Jahrhunderts in die öffentliche Hand überführt [Münch 1993].

Das Abwasser wurde zunächst ungereinigt in die Flüsse abgeleitet und verursachte dadurch erhebliche Gewässerverschmutzungen. Ende des 19. Jahrhunderts entstanden die ersten Anlagen zur Abwasserreinigung mit dem Ziel das Abwasser soweit zu reinigen, dass es nicht mehr für den Menschen schädlich ist. Zu den ersten Behandlungsverfahren zählte die Versickerung auf Rieselfeldern, wobei die Möglichkeit der landwirtschaftlichen Nährstoffverwertung bestand. Außerdem wurden erste Verfahren zur mechanischen Abwasserreinigung entwickelt. Später fanden Tropfkörper eine starke Verbreitung, da diese einen geringeren Platzbedarf und Betriebskosten aufwiesen. [Mohajeri 2005]

Die Entwicklung der Abwasserbehandlung wurde durch den ersten Weltkrieg unterbrochen, erst nachdem die infolge des Krieges entstandenen wirtschaftlichen Probleme überwunden waren, fanden Weiterentwicklungen statt. In den 1920er wurde das Belebtschlammverfahren entwickelt, welches eine bessere Behandlung als die bisherigen Verfahren erlaubte und im Vergleich zu den Tropfkörperanlagen wenig Geruchs- und Insektenprobleme aufwies. Aufgrund der hohen Investitionskosten und

des hohen Instandhaltungsaufwandes setzte sich das Belebtschlammverfahren nur langsam durch [Mohajeri 2005]. Parallel entwickelte sich die getrennte anaerobe Schlammstabilisierung, wobei die Innovation hierbei u.a. von dem Ziel der Biogasnutzung getrieben wurde. [Seeger 1999]

Die Weltwirtschaftskrise 1931 und anschließend der zweite Weltkrieg unterbrach erneut die Entwicklung der Infrastrukturen. Während des Nationalsozialismus wurde wieder verstärkt das Abwasser landwirtschaftlich verwertet, u.a. um die Nahrungsmittelproduktion und die Selbstversorgung zu erhöhen. Auf der anderen Seite wurden auch die technischen Verfahren weiterentwickelt. Während des Krieges wurden viele Abwasserreinigungsanlagen zerstört. [Mohajeri 2005]

Mitte der 1950er wurde erstmals die Problematik der Gewässereutrophierung durch die Einleitung von Stickstoff und Phosphaten erkannt, aber erst Anfang der 80er wurden die technischen Verfahren zur Denitrifikation auch großtechnisch eingesetzt. Ende der 80er wurden auch Grenzwerte für die Nährstoffe N und P in die Abwasserverordnung aufgenommen. [Seeger 1999]

Bis 1960 nahm die Gewässerverschmutzung infolge einer unzureichenden Abwasserreinigung weiter zu, da auch die Abwassermengen aufgrund des Wirtschaftsbooms und des Bevölkerungswachstums zunahmen. Erst nachdem Anfang der 60er eine einheitliche Gesetzgebung im Bereich Wasserwirtschaft geschaffen wurde, konnte eine kontinuierliche Verbesserung der Gewässerqualität erreicht werden. Steigendes Umweltbewusstsein der Bevölkerung Ende der 1960er initiierte weitere Maßnahmen der Regierung: 1979 entstand die erste einheitliche Regulierung der Einleitung von kommunalem Abwasser, wobei das Ziel nicht mehr nur der Schutz der Menschen sondern auch der Umwelt war. [ebd.]

Der Klärschlamm wurde zunächst fast ausschließlich landwirtschaftlich verwertet. Nachdem die Schwermetallproblematik erkannt worden ist, entstand jedoch Widerstand dagegen und der Anteil verringerte sich zu Gunsten der Deponierung. Aufgrund des hohen Flächenbedarfs bzw. knapper werdende Deponiekapazitäten wurde alternativ die Klärschlammverbrennung entwickelt. [ebd.] Die Nutzung der Nährstoffe aus dem Abwasser entweder über die direkte Versickerung von Abwasser auf landwirtschaftlich genutzten Flächen Anfang des 20. Jahrhunderts, bzw. die landwirtschaftliche Nutzung des Klärschlammes nach Einführung des Belebtschlammverfahrens hat lange Tradition. Nachdem zunehmend weniger Klärschlamm landwirtschaftlich verwertet wurde, begann auch im Kontext der begrenzten Ressource Phosphat die Forschung zur Rückgewinnung von Phosphat aus Klärschlamm bzw. -aschen. Seit gut 10 Jahren wird intensiv an der P-Rückgewinnung aus Abwasser oder Klärschlammmasche geforscht. Hierbei ist jedoch nicht unbedingt die optimale Ressourcennutzung der Treiber für die Forschungsaktivität gewesen sondern häufig auch die Vermeidung von Betriebsproblemen, welche durch die Anreicherung von Phosphaten in Teilströmen auf der Kläranlage entstanden [von Horn et al 2010]. Gegenwärtig existiert bereits eine Vielzahl von Verfahren zur P-Rückgewinnung auf zentralen Kläranlagen.

Heute finden Entwicklungen in den Wasserver- und Abwasserentsorgungssystemen u.a. im Bereich der Energieoptimierung statt. Mit der Ölkrise 1978 und später folgend die allgemein steigenden Energiepreise entstand das Interesse bezüglich der Energieversorgung/-verbrauch nicht nur in der Öffentlichkeit sondern auch bei den Betreibern von abwassertechnischen Anlagen. Der Kostendruck

war jedoch nicht so hoch, wie Anfangs erwartet, so dass die Forschungstätigkeit zunächst wieder abnahm [Dohmann & Schröder 2011]. Durch das Bekanntwerden der Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels entstanden von politischer Seite allgemeine Bestrebungen der Energieeinsparung. So wurden beispielsweise Ende der 90er zahlreiche Förderprogramme hierfür geschaffen. Nachdem diese ausliefen, sowie der Strompreis sank, nahm das Interesse an dem Thema wieder ab [Haber Kern et al. 2008]. Erst durch das erneute steigen der Energiereise wurde das Thema vor allem für die Kläranlagenbetreiber erneut interessant.

Nicht nur die Energieeinsparungen im Bereich der Abwasserreinigung sondern auch das Abwasser als Energiequelle ist in den Fokus der Forschung gerückt. Bereits Anfang der 1980er wurden erste Anlagen zur Wärmegewinnung aus dem Kanal installiert [Müller & Butz 2010], haben aber bis heute keine weite Verbreitung in Deutschland gefunden. Dieses Konzept wird in letzter Zeit wieder vermehrt aufgegriffen und diskutiert. Die Nutzung von Klärschlamm zur Energiegewinnung (Faulung) ist bereits Anfang des letzten Jahrhunderts entstanden. Da aufgrund von falschen Prognosen und hohen Sicherheitszuschlägen die heute installierten Anlagen häufig deutlich zu groß dimensioniert sind, wird die Co-Vergärung mit (Bio)Abfällen sowie landwirtschaftlichen Erzeugnissen diskutiert und auch umgesetzt, um den Energieertrag auf der Kläranlage zu erhöhen. Dies wurde bereits 1939 umgesetzt, nachdem der Faulgasertrag auf einer Kläranlage deutlich zurückgegangen war [Schmelz 2007]. Ab Ende der 80er fanden Untersuchungen an einigen halbertechnischen Anlagen statt, in den 90er wurden die Entwicklung und auch der großtechnische Einsatz weiter vorangetrieben. Hinderlich erwiesen sich hierbei lange Zeit die genehmigungsrechtlichen Hürden, da sowohl eine abwasser- als auch eine abfallrechtliche Zulassung erforderlich war und bei der Mitbehandlung von Bioabfall eine Hygienisierung des Faulschlammes erforderlich wurde. Allerdings gibt es hierzu erste rechtliche Erleichterungen [Emscher Genossenschaft 2012]. Somit bestehen auch in den zentralen Wasserinfrastrukturen sektorübergreifende Ansätze heute schon.

Ein vergleichsweise neues Forschungsthema (seit ca. 15 Jahren) ist die Fragestellung einer vierten Reinigungsstufe zur Entfernung von Mikroverunreinigungen. Der Grund hierfür liegt zum einen in einer deutlichen Verbesserung der Messtechnik, so dass Stoffe heute bereits im ng/l-Bereich nachgewiesen werden können, zum anderen konnten Veränderungen der aquatischen Umwelt (Verweiblichung von Schnecken/Fischen) auf die hormonelle Wirkung einzelner Chemikalien zurückgeführt werden. [Abegglen & Siegrist 2012; Bode et al. 2009; DWA 2010; Enxing et al. 2009]

Zusammenfassend liegt der Ausgangspunkt für die heute bestehenden zentralen Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastrukturen im 19. Jahrhundert in den Epidemien im Zusammenhang mit der Urbanisierung begründet. Ziel war es zunächst das Wasser aus der Stadt heraus zu leiten und anschließend soweit zu reinigen, dass die menschliche Gesundheit nicht mehr gefährdet ist. Da die ersten Behandlungsverfahren flächenintensiv waren und Geruchs- sowie Insektenproblem aufwiesen, war eine zentrale Ableitung zu einer Behandlung außerhalb der Stadtgrenzen notwendig. Diese zentralen Systeme trugen erheblich zur Verbesserung des Lebensstandards in der Stadt bei. Initiiert durch die Möglichkeit von Kosteneinsparungen, durch technische Probleme und ab den 1960ern auch durch ein steigendes Umweltbewusstsein der Bevölkerung wurden die Systeme laufend weiterentwickelt. Förderlich wirkten die Einführung von gesetzlichen Regelungen und auch Förderprogramme.

Der Entwicklungsprozess kann aber nicht als kontinuierlich angesehen werden, da politische und ökonomische Ereignisse die Entwicklung unterbrechen. Bezüglich der Abwasserreinigungstechnologien wurden zum Teil bereits ‚überholte‘ Verfahren wieder aufgegriffen und ggf. weiterentwickelt, wenn sich die Randbedingungen oder die Anforderungen änderten [Seeger 1999].

Hemmend auf das Innovationsgeschehen wirken sich vor allem wirtschaftliche Faktoren aus. Demnach setzen sich Innovationen deutlich langsamer durch, wenn sie höhere Kosten als bestehende Lösungen verursachen. Erfahrungswerte belegen, dass gesetzliche Regelungen zur Überwindung dieses Hemmnisses und damit für die Verbreitung innovativer Lösungen von Bedeutung sind.

Das heute bestehende Wasserinfrastruktursystem weist einen hohen Standard der Abwasserreinigung auf, welcher durch Optimierungen seit mehr als 100 Jahren entstanden ist. Auch heute wird das System durch systemimmanente Maßnahmen weiter angepasst. Das System bietet den Nutzern einen hohen Komfort und wird gleichzeitig als selbstverständlich wahrgenommen. So werden die heutigen zentralen Infrastrukturen nicht in Frage gestellt. Zur Erhaltung der Systeme werden auch Maßnahmen wie die Einführung von Flatrates für Trinkwasser diskutiert, um Probleme der mangelnden Belastung beherrschen zu können (vgl. Kap. 4.1). Diese sind jedoch unter ökologischen und in Abhängigkeit der Randbedingungen u.U. auch unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht sinnvoll, sondern würden nur dem (wirtschaftlichen) Erhalt der zentralen Wasserinfrastrukturen dienen.

5.2.2 Dezentrale Abwasserinfrastrukturen [inter3]

Im vorangegangenen Kapitel wurde die Entwicklung der zentralen Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktursysteme beschrieben, an welche heute 96 bzw. 99 % der Bevölkerung angeschlossen sind. Daneben wurden vor allem im ländlichen Raum in entlegenen Gebieten mit geringer Einwohnerdichte dezentrale Abwasserkonzepte errichtet. Deren Entwicklung wird im Folgenden beschrieben.

5.2.2.1 Abwasserreinigung in Räumen, die bis zum Jahr 2002 nicht an zentrale Wasserinfrastruktursysteme angeschlossen waren

Die dezentrale Abwasserreinigung in ländlichen Regionen erfolgt hauptsächlich durch sogenannte Kleinkläranlagen. Zu den Kleinkläranlagen zählen nach DIN 4261 definitionsgemäß Anlagen zur Reinigung von häuslichem Abwasser mit einer täglichen Leistung von bis zu 8 m³ bzw. ca. 50 Einwohnerwerten (EW).

Kleinkläranlagen waren bereits vor der Wiedervereinigung sowohl in den ländlichen Regionen der neuen als auch in den alten Bundesländern verbreitet. Dabei handelte es sich in der Regel um Sammelgruben mit Überlauf oder den Anschluss an sogenannte Bürgermeisterkanäle. Da diese die Anforderungen an die Ablaufqualität nicht erfüllten, waren Modernisierungen dringend notwendig. Nach 1990 wurden insbesondere in den neuen Bundesländern häufig in Regionen, die nicht sofort an die stark forcierte Abwassernetze angeschlossen werden konnten, Mehrkammergruben mit einfachen Untergrundfiltrations- und Drainageverfahren installiert.

Die rechtliche Grundlage hierfür war das Wasserhaushaltsgesetz, das als Rahmengesetz durch die jeweiligen Landeswassergesetzen umgesetzt und bei Bedarf ergänzt wurde. Das Abwasser ist demnach so zu beseitigen, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird (WHG § 55). Zudem wird im Wasserhaushaltsgesetz (§ 57 Absatz 1 Nummer 1) und in den entsprechenden Landesgesetzen für die Aufbereitung von Abwässern die Einhaltung des Stands der Technik vorgeschrieben.

Die dezentralen Entsorgungssysteme dienten zunächst nur als Übergangslösung bis zum Anschluss an zentrale Systeme.

Dieser Übergangscharakter, falsche Betriebsführung, geringe Qualitäten etc. führten jedoch nur zu unbefriedigenden Reinigungsergebnissen dieser Anlagen. Den Zustand der dezentralen Kleinkläranlagen in den neuen Bundesländern beschreibt einer der interviewten Experten⁹ wie folgt:

„In der Vergangenheit hatten wir auch dezentrale Kleinkläranlagen in den neuen Bundesländern im Betrieb, die allerdings nicht funktionierten, weil sie schlecht oder gar nicht betrieben wurden. Dies hat das Image der dezentralen Anlagen so negativ beeinträchtigt, dass die Verantwortlichen nach der Wende nicht mit gutem Gewissen dezentrale Anlagen genehmigen konnten. Das hat sich in den letzten Jahren geändert, weil die Technik deutlich besser wurde.“

Auch deswegen wurde nach 1990 in den neuen Bundesländern bei der Modernisierung der Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen fast ausschließlich auf zentrale Systeme gesetzt und die Potenziale innovativer Entsorgungslösungen von Entscheidungsträgern weitestgehend übersehen.

Als Zäsur gilt die 6. Novellierung des WHG Ende 1996, nach der die dezentralen Abwasserbeseitigungsanlagen den zentralen rechtlich gleichgestellt wurden und damit den Übergangscharakter verloren [Kohlhase 2009]. Seither kann dem Wohl der Allgemeinheit auch durch die dauerhafte dezentrale Abwasserbeseitigung entsprochen werden, wenn diese Systeme das Abwasser dem Stand der Technik entsprechend reinigen [WHG, § 57 Absatz 1, Satz 1].

Diese grundlegende gesetzliche Neuordnung konnte zuerst keine nennenswerte Durchschlagskraft für die Verbreitung von innovativen Entsorgungssystemen entfalten.

„Wenn heute die Anlagen neu gebaut werden sollten, würde man wahrscheinlich viel mehr kleinere Anlagen bauen als in den 90ern“,

so der Experte.

5.2.2.2 Abwasserreinigung in Räumen, die seit dem Jahr 2002 nicht an zentrale Wasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind

Als weiteren entscheidenden Schritt in der Entwicklung von dezentralen Abwasseraufbereitungsanlagen ist die Erweiterung der Größenklasse 1 von Kläranlagen zu nennen. 2002 wurde der Bereich von ehemals 50 bis 1.000 EW auf 1 bis 1.000 EW erweitert. Dies führt dazu, dass für Kleinkläranlagen mit einer Größe von weniger als 50 EW ebenfalls die Vorgaben der Abwasserverordnung gelten.

⁹ Vgl. Anhang

Dies bedeutet die Notwendigkeit der Einhaltung von Ablaufwerten für CSB von 150 mg/l und einen BSB₅ von 40 mg/l (vgl. Anhang 1 der AbwV „Häusliches und kommunales Abwasser“).

Zugleich wurde mit der Neufassung der DIN 4261 Teil 1; "Kleinkläranlagen, Anlagen zur Abwasservorbehandlung" im Dezember 2002 die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) bei Kleinkläranlagen neu festgelegt. Nach der Neufassung der DIN 4261 müssen Kleinkläranlagen zusätzlich zur mechanischen Vorreinigung mindestens mit einer Stufe der biologischen Nachbehandlung ausgerüstet werden. Aufgrund dieser Neuerung konnten viele Kleinkläranlagen (insbesondere Mehrkammergruben mit anschließender Versickerung) die neuen Abwassergrenzwerte nicht mehr einhalten und entsprachen auch nicht mehr den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Dies hatte zur Folge, dass zahlreiche Bestandsanlagen entsprechend erweitert, nachgerüstet oder ersetzt werden mussten.

Im Fall eines Ersatzes bzw. Neubaus kommen Anlagen in Frage, die laut Abwasserverordnung Anhang 1 über „eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, eine europäisch technische Zulassung nach den Vorschriften des Bauproduktengesetzes oder sonst nach Landesrecht“ verfügen. Dadurch ist ein gewisser Spielraum der technischen Möglichkeiten über die in der DIN 4261 genannten Verfahren hinaus gegeben, welcher beispielsweise durch eine „allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“ vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) für serienmäßig hergestellte Anlagen genutzt wird¹⁰.

Nach der Neuregelung der Qualitätsanforderungen, Standards und Organisation der DIBt Zulassung war zu erwarten, dass durch politische Vorgaben Umsetzungsfristen festgelegt und deren Umsetzung kontrolliert werden. Die Umsetzungsfristen der jeweiligen a.a.R.d.T wurden in den jeweiligen Landesgesetzen unterschiedlich geregelt. So müssen beispielsweise in Schleswig-Holstein die Betreiber ihre Kleinkläranlagen bis 2013 mit einer biologischen Nachbehandlung ausstatten, Niedersachsens Kleinkläranlagenbetreiber haben eine Nachrüstfrist bis 2017, in Brandenburg, Thüringen und Sachsen gilt eine Umrüstungsfrist bis zum 31.12.2015. Dagegen war der Stichtag in Sachsen-Anhalt der 31.12.2009 und in Nordrhein-Westfalen lief die Frist 2008 ab. Seitdem müssen alle Kleinkläranlagen dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Nach Aussagen von Experten sind diese Daten jedoch rein politischer Natur und nur ansatzweise bis dato umgesetzt.

5.3 Innovative Abwasserinfrastruktursysteme – ein Status Quo [iwar]

Innovative Konzepte sind zurzeit kaum realisiert. In der deutschen Wasserwirtschaft dominieren vielmehr die zentralen Infrastruktursysteme, neben denen einige konventionelle dezentrale Infrastrukturlösungen existieren.

¹⁰ Hier werden die Anlagen von ausgewählten unabhängigen Prüfstellen u.a. auf ihre Reinigungsleistung, Volumen, Wasserdichtheit, Standsicherheit und Dauerhaftigkeit geprüft. Diese Anlagen entsprechen nach Erfüllung der Prüfanforderungen den a.a.R.d.T. und geben dem Betreiber einer solchen Anlage die Rechtssicherheit diese auch betreiben zu dürfen. Nahezu alle heute in Deutschland erhältlichen serienmäßig hergestellten Anlagen verfügen über eine vom DIBt ausgestellte Zulassung.

Die sich verändernden Rahmenbedingungen und deren Auswirkungen auf die Siedlungswasserwirtschaft, sowie die Notwendigkeit einer Anpassung der bestehenden Systeme werden jedoch in Deutschland in der Fachöffentlichkeit diskutiert. Bereits vor den 1990ern wurden von Universitäten Ideen zur Anpassung in Richtung ressourcenorientierte Systeme entwickelt, sowie erste Pilotprojekte umgesetzt [DWA 2008b]. So wurde beispielsweise schon 1999 über die mehr als 10-jährige Erfahrung mit der getrennten Grauwassererfassung und -aufbereitung zu Brauchwasser für die Toilettenspülung eines Pilotprojektes in Berlin berichtet [Nolde 1999]. 2002 veröffentlichte die Arbeitsgruppe GB-5.1. „Nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft der DWA (damals noch ATV-DVWK) einen Arbeitsbericht zum Thema alternative Sanitärkonzepte, in dem erste Überlegungen zu dem Themenkomplex dargestellt werden. [DWA 2008b]

Auch auf der Ebene der Politik sind die Herausforderungen in Bezug auf eine nachhaltige Wasserwirtschaft zum Teil bekannt. Technologische und organisatorische Anpassungsmöglichkeiten stehen bereits zur Verfügung bzw. werden entwickelt. [Edler et al. 2007]

Einige interviewte Experten sehen derzeit kein wesentliches Marktpotenzial für innovative Systeme in Deutschland. Auch in einer Studie des UBA [2007] wird eine mangelnde Nachfrage nach innovativen Lösungen festgestellt. Innovative Infrastrukturlösungen werden bisher nur vereinzelt bzw. im Rahmen von Demonstrations- und Pilotanlagen realisiert. Beispielsweise wurde in Knittlingen mit dem Projekt DEUS 21 in einem Neubaugebiet mit ca. 100 Wohngebäuden ein innovatives Wasserinfrastrukturkonzept umgesetzt. Das Konzept sieht eine dezentrale integrierte Behandlung von Küchenabfällen und häuslichem Abwasser, sowie die Bereitstellung von Brauchwasser durch Aufbereitung von Niederschlagswasser vor [Hiessl & Hillenbrand 2010]. Allerdings wurde dieses Konzept nicht für alle Grundstücke im vollen Umfang umgesetzt; Die Hauseigentümer hatten die Wahl, welche Elemente des Gesamtkonzeptes (Anschluss „Pflégewasser“¹¹, Vakuumtoilette ...) in ihrem Haus Anwendung finden. Während für alle Grundstücke ein Anschluss für Pflégewasser vorgesehen wurde, werden nur bei 20 bis 25% der Grundstücke auch Vakuumtoiletten und Küchenmazeratoren eingesetzt. Ein weiteres Projekt „Hamburg Water Cycle“ befindet sich im Rahmen der Stadtteilentwicklung Hamburg Jenfeld gegenwärtig in der Umsetzung. Schwarzwasser und Grauwasser sollen getrennt voneinander abgeleitet werden. Während das Schwarzwasser zusammen mit organischen Abfällen anaerob behandelt werden soll, soll das Grauwasser energiesparend dezentral gereinigt werden [Hamburg Wasser 2011]. Für neuartige Sanitärsysteme (NASS) als mögliche Bestandteile innovativer Infrastruktursysteme wird von der Arbeitsgruppe DWA KA-1.8 „F&E-Bedarf“ im Fachausschuss „Neuartige Sanitärsysteme“ weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf gesehen. So wird festgestellt, dass weltweit ein Mangel an Erfahrung mit der großtechnischen Umsetzung von NASS besteht. Unter anderem werden systemübergreifende Aspekte als Forschungsbedarf identifiziert, beispielsweise im Bereich der Bewertung integrierter Konzepte unter Beachtung der sehr unterschiedlichen Randbedingungen, die Akzeptanz bei den verschiedenen Akteuren und den rechtlichen Rahmenbedingungen. Im Weiteren wird ein Bedarf an weiteren Demonstrationsprojekten gesehen, wobei laut Dock-

¹¹ Definition von Pflégewasser im Rahmen des Projektes DEUS 21: Wasser zur Toilettenspülung, zur Gartenbewässerung, für Wäschewaschen, Spülmaschine sowie zum Baden und Duschen [Trösch & Hiessl 2012]

horn et al. [2011] auch die Umsetzung eines integrierten Konzeptes mit einer Anschlussgröße möglichst größer als 5.000 Einwohnerwerten angestrebt werden sollte. Bisherige Projekte liegen im kleineren Skalenbereich.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in Deutschland grundsätzlich die Notwendigkeit für den (ergänzenden) Einsatz innovativer Technologien und Ansätze erkannt wird, und auch bereits technische Lösungen hierzu existieren. Demgegenüber steht jedoch ein großes Umsetzungsdefizit, das eine Implementierung der Technologien verhindert. Abgesehen von Demonstrationsprojekten haben innovative Infrastruktursysteme gegenwärtig keine Bedeutung in der deutschen Wasserwirtschaft.

5.4 Potentiale innovativer Abwasserinfrastruktursysteme [iwar]

Innovative Abwassersysteme sind meist kompakte Systeme mit im Vergleich zu zentralen Systemen kürzeren Leitungssystemen¹². Außerdem ergeben sich geringere Rohrdurchmesser¹³, sowie z.T. geringere Verlegetiefen. Dadurch erfolgt eine deutlich geringere Kapitalbindung. Zudem können innovative Abwasserinfrastrukturen modular aufgebaut sein und lassen sich daher besser an den aktuellen Bedarf anpassen. Durch die höhere Flexibilität können langfristig Kosten eingespart werden. An innovative Abwasserinfrastrukturen sind weniger Einwohner angeschlossen, so dass bei Störfällen entsprechend weniger Einwohner betroffen sind als bei großen zentralen Anlagen. Durch innovative Abwasserinfrastrukturen besteht somit die Möglichkeit die Vulnerabilität zu verringern. [Bieker & Frommer 2010b]

Die getrennte Erfassung von Grauwasser und Schwarzwasser ermöglicht die verfahrenstechnisch einfache Aufbereitung von Grauwasser zu Brauchwasser, welches in Bereichen mit im Vergleich zu Trinkwasser geringeren Qualitätsanforderungen verwendet werden kann. Beispielsweise kann gereinigtes Grauwasser für die Toilettenspülung eingesetzt werden und dadurch den Trinkwasserbedarf von Haushalten um 30 – 40 % reduzieren [Bieker & Frommer 2010a]. Des Weiteren kann das Brauchwasser auch als Löschwasser eingesetzt werden, wenn die Feuerwehr über die Wasserressource informiert ist und die Löschmaßnahmen anpasst werden [Asano et al. 2007]. Dies bietet den Vorteil, dass derzeit zu groß dimensionierte Wasserversorgungsnetze verkleinert und gleichzeitig der Brandschutz gewährleistet werden kann. Die Industrie ist ein weiterer möglicher Abnehmer für Brauchwasser, wengleich dies im Einzelfall sorgfältig geprüft werden sollte, da die Trinkwasserabnahme durch Industriebetriebe aus den öffentlichen Versorgungsstrukturen tendenziell sinkt [Bieker & Frommer 2010a].

Aus den Haushalten abgeleitetes Wasser enthält noch einen erheblichen Teil an Energie in Form von Wärme (vgl. Kap. 4.3). Es wird geschätzt, dass durch die Wärmenutzung zehn Prozent der Gebäude in Deutschland mit Wärme versorgt werden könnten. Wirtschaftlich nutzbar wäre derzeit die Hälfte

¹² Anordnung der Abwasserentsorgung in der Nähe des Anfallsorts im Vergleich zu außerhalb oder in entfernteren Siedlungen gelegenen zentralen Anlagen.

¹³ Bedingt die Möglichkeit andere Rohrmaterialien zu verwenden

dieses Potentials [Müller & Butz 2010]. Die getrennt Grauwasserbehandlung bietet weiterhin das Potential die thermische Energie des Abwassers nutzen zu können. Grauwasser umfasst das überwiegend warme Wasser aus Duschen, Waschbecken und Waschmaschinen und kann Temperaturen von bis zu 60°C aufweisen [Bieker & Frommer 2010b]. Durch die räumliche Nähe der innovativen Abwasserinfrastrukturen zu den Verbrauchern, kann dieses Wärmepotential in den Haushalten effizient genutzt werden.

Im Vergleich zur konventionellen Behandlung von Schmutzwasser in zentralen Kläranlagen ermöglichen die höheren Konzentrationen im Schwarzwasser eine effizientere Abwasserreinigung. Insbesondere bei der gemeinsamen Behandlung von Schwarzwasser mit Küchenabfällen ist ein anaerobes Verfahren möglich, so dass das chemische Energiepotential des Abwassers (vgl. Kap. 4.3) und des Bioabfalls genutzt werden kann. Die Nährstoffrückgewinnung ist bei den höheren Konzentrationen von Schwarzwasser ebenfalls effizienter möglich. [Bieker & Frommer 2010a]

Die getrennte Ableitung von Schmutzwasser und Niederschlagswasser mit dezentraler Versickerung/Verdunstung/Ableitung des Niederschlagswassers bietet den Vorteil, dass der lokale Wasserhaushalt verbessert wird. Beispielsweise kann die Versickerung von Niederschlagswasser dem Absinken des Grundwasserspiegels entgegenwirken. Außerdem werden im Fall von Starkregenereignissen Mischwasserentlastungen verhindert und dadurch die Gewässerverunreinigung reduziert [Bieker & Frommer 2010a]. Eine Aufbereitung des Niederschlagswassers zu Brauchwasser ermöglicht, wie die Nutzung des gereinigten Grauwassers, eine Reduzierung des Trinkwasserbedarfs.

Innovative Konzepte ermöglichen die Produktion von Substraten, die als Düngemittel in der Landwirtschaft verwendet werden können. Je nach Makroelement können dadurch zwischen 17 und 25 % des mineralischen Düngers substituiert werden [DWA 2008b]. Durch die Stoffstromtrennung ergeben sich im Vergleich zu konventionellen Verfahren (vgl. Kap. 4.3) weitere verfahrenstechnische Möglichkeiten für die Rückgewinnung, da 75 – 90 % des Gesamtphosphats im häuslichen Abwasser im sehr kleinen Volumenstrom der menschlichen Ausscheidungen (im Urin bzw. im Schwarzwasser) enthalten sind. 81 % des Stickstoffs im häuslichen Abwasser liegen im Urin vor [von Horn et al. 2010], daher bieten Ansätze einer getrennten Gelbwassererfassung hier Vorteile. Beispielsweise kann eine getrennte Erfassung von Gelbwasser mit hohen Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen und gleichzeitig vergleichsweise geringer Keimbelastung erfolgen. Zu beachten sind hierbei jedoch die Spurenstoffe, die bei der Verwertung unter Umständen problematisch sein können. Durch den demographischen Wandel (steigendes Durchschnittsalter der Bevölkerung) wird die Spurenstoffproblematik wahrscheinlich zunehmen (vgl. Kap. 4.1). Die geringen Mengen des Gelbwassers und höheren Konzentrationen an Spurenstoffen (Humanpharmazeutika) bieten aber das Potential einer effektiveren Spurenstoffelimination, sollte die Entfernung von Spurenstoffen zukünftig gesetzlich gefordert werden.

6. Analyse der gegenwärtigen Innovationsarena

Gegenstand dieses Kapitels ist die Analyse des gegenwärtigen Innovationsgeschehens im Bereich der Abwasserentsorgung. Hierfür werden die Treiber und Hemmnisse für die Implementierung innovati-

ver Systeme identifiziert und beschrieben. Mit Hilfe der Konstellationsanalyse wird die Innovationsarena der deutschen Siedlungswasserwirtschaft analysiert. In einem ersten Schritt sind die Akteure der Innovationsarena zu identifizieren und miteinander in Beziehung zu setzen. Es werden die Charakteristika und Funktionsprinzipien der Innovationsarena und damit die Rahmenbedingungen für die Entwicklung einer flexiblen, transsektoralen Wasserwirtschaft herausgearbeitet. Auf Grundlage der Erkenntnisse dieses Kapitels werden anschließend die ‚Zielkonstellationen‘ sowie die strategischen Ansatzpunkte erarbeitet.

6.1 Treiber- und Hemmnisanalysen

Für die weitere Analyse werden zwei Raumkategorien unterschieden: Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind und Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind. Diese Unterscheidung wird notwendig, da das Vorhandensein bzw. Fehlen zentraler Systeme zu deutlich unterschiedlichen Treibern und Hemmnissen sowie Konstellationen führt.

Mittels Literaturrecherchen und der Auswertung verschiedener Experten- und Projektinterviews wurden Akteure und Einflussfaktoren identifiziert, welche die Implementierung innovativer Systeme gegenwärtig vorantreiben: Diese werden nachstehend als ‚Treiber‘ bezeichnet.

6.1.1 Übergeordnete Innovationstreiber [iwar+inter3]

Über beide Raumkategorien hinweg wirken sogenannte „übergeordneten Treiber“. Es wurden drei übergeordnete Innovationstreiber identifiziert: Der demographische Wandel, der Klimawandel und die Ressourcenverknappung.

Der **demographische Wandel** ist kein neues Phänomen, gewinnt aber durch die Dynamik seiner Entwicklung und durch die Verbindung mit wirtschaftsstrukturellen Verwerfungen zunehmend an Bedeutung. In einigen Regionen Deutschlands treffen die Veränderungen der Bevölkerungs- und Raumstruktur mit einer stark abgebremsten wirtschaftlichen Dynamik zusammen, die vielfach zu rückläufigen Bevölkerungszahlen und damit zu einer zusätzlichen Wasserbedarfsreduktion führen. In den letzten Jahren stellt diese Entwicklung in zahlreichen Gebietskörperschaften den Fortbestand der traditionellen Ver- und Entsorgungssysteme in Frage und verlangt nach einer Reflektion, ob das bisherige Modell der flächendeckenden Infrastrukturvorhaltung dauerhaft tragend ist. Die Infrastrukturpolitik, die von Wachstumserwartungen und vom Paradigma der zentralen Massenversorgung zur Sicherung der sozialen und ökonomischen Integration geprägt ist, stand in den letzten Jahren immer häufiger in der Kritik [Mohajeri 2008]. Aufgrund dessen wird in Regionen, welche noch keine zentralen Infrastruktursysteme haben, ein möglicher Anschluss über lange und kostenintensive Leitungsnetze an zentrale Kläranlagen z.T. kritisch hinterfragt, da solche Systeme sehr langlebig sind und über lange Zeiträumen abgeschrieben werden. Lösungen mit kürzeren Abschreibungszeiten und modularem Aufbau könnten bei rückläufigen oder unsicheren Rahmenbedingungen besser geeignet sein. In zentral erschlossenen Regionen stellt sich hingegen die Frage, unter welchen Bedingungen die Implementierung von innovativen Abwasserinfrastrukturen als Ergänzung zum zentralen System sinnvoll wäre. Insbesondere bei langen, sanierungsbedürftigen Überleitungen kann die Abkopplung

eines einzelnen Entwässerungsgebietes eine mögliche Maßnahme sein. Falls eine Anpassung der zentralen Systeme an die Auswirkungen des demographischen Wandels nicht möglich ist, ist auch ein Rückbau in Betracht zu ziehen [Deutscher Bundestag 2011b]. Allerdings sind hier auch weitere Auswirkungen, beispielsweise eine geringere Auslastung der Bestandskläranlage sowie der Kanalisation zu berücksichtigen. Auch bei Neubausiedlungen können innovative Systeme Vorteile bieten, da diese modular aufgebaut werden können und damit leichter an dynamische zukünftige Änderungen anpassbar sind.

Weitere übergeordnete Einflussfaktoren stellen der **Klimawandel** und dessen Auswirkungen auf bestehende Infrastruktursysteme dar. Die Anpassungsstrategien an den Klimawandel haben sich in den letzten Jahren zu einem festen Bestandteil räumlicher und strategischer Entscheidungsprozesse in Deutschland entwickelt. Höhere Jahresdurchschnittstemperaturen, mehr Winter- und weniger Sommerniederschläge sowie häufigere Extremereignisse wie Stürme, Trockenperioden, Starkregen oder Hochwasser werden als Folgen des Klimawandels ernst genommen [vgl. z.B. BPW Hamburg 2009]. Deren mittel- bis langfristigen Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft werden untersucht und nach Möglichkeit regionale Lösungsansätze erarbeitet. Aufgrund der höheren Anfälligkeit der Mischwasserkanalisation¹⁴ als Teil des zentralen Systems auf extreme Klimaereignisse, wie z.B. Starkregenereignisse, werden immer häufiger die Vorteile dezentraler Ver- und Entsorgungssysteme diskutiert. In diesem Zusammenhang zählt auch die Schaffung lokaler Wasserkreisläufe zu den wichtigsten Argumenten, wie von einem der Experten beschrieben:

„Außerdem stellt sich in manchen Regionen die Wasserhaushaltsfrage, und ob ein Verbleib des Wassers in der Region nicht notwendig ist. Dann sind dezentrale und semizentrale Anlagen wichtig.“

Weltweit kommt es zunehmend zur **Ressourcenverknappung**, insbesondere von fossilen Energieträgern aber auch von Düngemitteln wie z.B. Rohphosphaten. Deutschland ist in hohem Maße vom Import dieser Ressourcen abhängig. Durch die weltweit sinkenden Reserven, aber auch durch Spekulationen und politische Ereignisse, sind die Ressourcenpreise in den letzten Jahren gestiegen, ein weiterer Anstieg ist zu erwarten. Daher ist die Nutzung der im Inland vorhandenen Ressourcen wichtig, um möglichst die Abhängigkeit von ressourcenstarken Ländern zu reduzieren. Die ergänzende Nutzung von innovativen Wasserinfrastruktursystemen bietet das Potential einer höheren Nährstoff-, Ressourcen- und Energieautonomie durch die Erhöhung der Energieeffizienz, z.B. durch die Nutzung des Energiegehaltes im Abwasser (chemisch und thermisch) oder die Nährstoffrückgewinnung. Innovative Infrastrukturen bieten die Möglichkeit regionale Kreisläufe zu schließen. Dies kann sowohl aus ökologischen als auch aus ökonomischen Gesichtspunkten wünschenswert sein.

6.1.2 Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind [IWAR]

Die durchgeführten Experteninterviews und die Literaturrecherche haben gezeigt, dass es für innovative Infrastruktursysteme im Sinne der Definition dieses Projektes derzeit keine bedeutenden spezifischen Treiber für die Implementierung in Räumen mit zentralen Wasserinfrastrukturen gibt. Daher

¹⁴ 44 % der Kanalisation (bezogen auf die Kanallänge) [Statistisches Bundesamt 2009]

wurden, abgesehen von wenigen Einzel- oder Demonstrationsprojekten deren Durchführung entweder im Kontext der Forschung standen oder durch persönliches Engagement Einzelner initiiert wurden, bisher keine innovativen Wasserinfrastrukturen implementiert.

Die zentralen Infrastrukturen werden von allen Akteuren, v.a. von den Bürgern, den Aufgabenträgern, den Behörden aber auch auf politischer Ebene als ein System wahrgenommen, welches ein hohes Maß an Verlässlichkeit und Sicherheit bietet. Dieses System wurde vor mehr als 100 Jahre entwickelt und seitdem laufend weiterentwickelt bzw. optimiert, so dass es heute einen hohen Qualitäts- und Sicherheitsstandard bietet. Um von einem bewährten System abzuweichen bzw. neue entwickelte Konzepte zu implementieren, ist ein erheblicher Handlungsdruck notwendig. Solange es weiterhin systemimmanente Möglichkeiten einer Anpassung gibt, wird an den bestehenden Strukturen festgehalten werden. Bereits heute sind die verschiedenen Probleme infolge der veränderten Randbedingungen (vgl. Kap. 4) bei den Entscheidungsträgern weitreichend bekannt, Maßnahmen richten sich jedoch auf die Erhaltung der Funktionsfähigkeit vorhandener Infrastrukturen. Innovationen im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung erfolgen daher vor allem innerhalb der bestehenden Systeme. Ein Beispiel hierfür ist die Abflusssteuerung in der Kanalisation zur Verringerung der Mischwasserentlastungsereignisse bei Starkregen. Weitere sind in der Energieoptimierung bestehender Systeme, bspw. im Bereich der anaeroben Klärschlammbehandlung zu finden oder im Bereich der Phosphor-Rückgewinnung aus Klärschlämmen oder Klärschlammaschen.

Obwohl es derzeit keine aktiv wirksamen Treiber für die Implementierung von innovativen Abwasserinfrastruktursystemen gibt, sind doch einige potentielle Treiber vorhanden, also Faktoren die Entwicklungsmöglichkeiten haben, um zukünftig als Treiber fungieren zu können. Nachfolgend werden diese Randbedingungen und potentiellen Treiber dargestellt. Diese dienen zusammen mit den Hemmnissen (vgl. Kap.6.1.2.2) und der Status-Quo-Konstellation (vgl. Kap. 6.2) als Ausgangspunkt für die Entwicklung strategischer Ansatzpunkte (vgl. Kap. 7.1.1).

6.1.2.1 Potentielle Innovationstreiber

Für die Transformation technischer Infrastruktursysteme sind **Gelegenheitsfenster** notwendig, also günstige wirtschaftliche, institutionelle und räumliche Rahmenbedingungen für die angestrebten Änderungen. Der **Stadtumbau/-rückbau** in Regionen, die stark vom demographischen Wandel betroffen sind, kann ein solches Gelegenheitsfenster darstellen. Grundsätzlich können von stadtplanerischer Seite zwei Konzepte des Stadtrückbaus verfolgt werden: Bei einem flächigen Rückbau, werden ganze Stadtteilgebiete rückgebaut, dabei besteht die Möglichkeit Teilsysteme der Abwasserinfrastruktur stillzulegen. Gleichzeitig kann u.U. die Siedlungsdichte in den übrigen Stadtgebieten stabilisiert werden. Eine Alternative ist der disperse Rückbau, bei dem einzelne Grundstücke frei werden oder die Geschosshöhe verringert wird. Dadurch wird die Einwohnerdichte in einem Gebiet reduziert. Die Wasserinfrastruktur muss aber weiter zur Verfügung gestellt werden. Der flächige Rückbau bietet zwar in Bezug auf die Anpassung im Bereich der Infrastruktur deutliche Vorteile, trotzdem erfolgt aber in manchen Städten aufgrund von komplizierten Eigentumsverhältnisse, Interessenlagen und planerische Zielsetzungen ein disperser Rückbau [Koziol 2007]. Die bauliche Veränderung der Siedlungsstruktur infolge von dispersen Schrumpfungsprozessen bietet die Möglichkeit der Implementie-

rung innovativer Infrastrukturlösungen. Beispielsweise sind eine Flächenumnutzung oder eine technische Nachrüstung im Bestand möglich. Eine Voraussetzung für die Implementierung innovativer Konzepte ist in der Regel eine getrennte Erfassung von Niederschlagswasser und Schmutzwasser, welche in einigen Städten jedoch noch nicht gegeben ist. Die im Stadtumbau freiwerdenden Flächen könnten diese Lücke schließen und für eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung genutzt werden. Eine Versickerung oder Rückhaltung in Teichen hätte zudem den Vorteil der Verbesserung des Mikroklimas im bebauten Gebiet. Außerdem kann die Retention des Niederschlagswassers in Form von naturnahen Teichen ein Gestaltungselement sein, welches zur Aufwertung des Stadtbildes beiträgt. Allerdings muss beachtet werden, dass die Abkopplung der Niederschlagsentwässerung einzelner Gebiete die Probleme der bestehenden Mischwasserkanalisation (Ablagerungen, Korrosion) noch verstärken können [Sigglow 2010]. Auch die **Stadtteilentwicklung** bzw. **Neubaugebiete** können die Implementierung innovativer Infrastruktursysteme ermöglichen, insbesondere wenn bestehende Kläranlagen bereits ausgelastet sind. Der Neubau ermöglicht bereits in der Planungsphase Anforderungen, die durch innovative Konzepte entstehen zu berücksichtigen, z.B. die doppelte Leitungsführung bei Stoffstromtrennung oder Wasserwiederverwendung.

Wie in Kapitel 4.4 dargestellt, besteht für die Wasserinfrastrukturen vor allem im Bereich Kanalisation ein erheblicher **Sanierungsbedarf**. Dieser kann die Möglichkeit bieten, das System an die neuen Randbedingungen anzupassen, wenn bei der Sanierungsplanung frühzeitig auch innovative Systeme als Alternative zur Sanierung berücksichtigt werden bspw. über eine volkswirtschaftliche Vergleichsrechnung. Die Abkopplung einzelner Gebiete und anschließender anfallsortsnahen Abwasserbehandlung unter Nutzung von integrierten Ansätzen (je nach Randbedingungen z.B. Brauchwassergewinnung) kann eine sinnvolle Alternative zur Sanierung von langen Kanalisationssystemen sein. Allerdings ist hierbei das Gesamtsystem zu betrachten, das heißt auch die Auswirkungen der Abkopplungsmaßnahme auf das übrige Bestandssystem müssen berücksichtigt werden. Ein häufiges Gegenargument gegen innerhalb des technischen und konzeptionellen Regimes ist die hohe Kapitalbindung durch die bestehenden zentralen Systeme. Durch den bereits entstandenen **Investitionskostenrückstand** ist diese Kapitalbindung jedoch zum Teil deutlich verringert worden. Daher ist dort, wo ein hoher Investitionskostenrückstand entstanden ist, eine Transformation unter ökonomischen Gesichtspunkten leichter zu etablieren.

Betriebsprobleme betreffen als erstes die Aufgabenträger bzw. Betreiber. Bürger nehmen vereinzelt die Probleme der veränderten Rahmenbedingungen vor allem die Geruchbelästigungen aus dem Kanal, u.U. aber auch Qualitätsverschlechterungen in der Trinkwasserversorgung wahr und richten ihre Beschwerden an die Betreiber der Anlagen. Nehmen die Probleme zu, so besteht für die Ver- und Entsorgungsunternehmen die Gefahr eines Imageverlustes. Im Weiteren sind die Unternehmen auch gesetzlich an die Einhaltung von Qualitätsstandards gebunden und haben außerdem ein Interesse Probleme wie Korrosion zu verhindern, da diese zur Wertzerstörung führen und somit zusätzliche Kosten erzeugen. Laut einem interviewten Experten führen Betriebsprobleme bei großen Aufgabenträgern und Betreibern zu einem Interesse an der Forschung und Durchführung von Anpassungsmaßnahmen und Innovationen. Zurzeit werden hier zwar hauptsächlich systemerhaltende Maßnahmen betrachtet, die Betroffenheit von Betriebsproblemen könnte aber grundsätzlich auch einen Treiber für die Implementierung von innovativen Lösungsansätzen darstellen. Große Betreiber oder Auf-

gabenträger könnten, unterstützt durch Fördermittel, auch die finanziellen Mittel für Demonstrationsanlagen bereitstellen sowie entsprechendes Know-how einbringen.

Ein weiterer Treiber für die Implementierung von innovativen Infrastruktursystemen können steigende Anforderungen an den **Gewässer- und Umweltschutz** sein. Innovative Systeme sind unter bestimmten Bedingungen besser für die Erfüllung solcher Anforderungen geeignet, da beispielsweise bei einer Stoffstromtrennung die höheren Konzentrationen und geringeren Volumenströme des Schwarz-, Braun- oder Gelbwassers den Einsatz anderer Technologien zur effizienteren Nährstoffrückgewinnung ermöglichen. Auch die Wasserwiederverwendung und die thermische Energierückgewinnung sind bei kleinen, nah zum Verbraucher gelegene Anlagen besser zu realisieren. Ökologische Ziele ließen sich unter bestimmten Randbedingungen kosteneffizienter durch innovative Systeme erreichen. [vgl. auch DWA-Workshop 2012]

Im Weiteren können auch **ökonomische Faktoren** potentiell positiv auf die Einführung von innovativen Infrastrukturen wirken. Für manche Standorte mit bestimmten günstigen Rahmenbedingungen stellen innovative Systeme gegenüber zentralen Wasserinfrastrukturen die langfristig volkswirtschaftlich günstigere Variante dar. Gerade bei instabilen Bevölkerungszahlen bietet die Möglichkeit kleinerer flexiblerer Systeme, die jeweils auf den aktuellen Bedarf angepasst werden, Vorteile. Auch die **Preisentwicklung an den Weltmärkten** für Energie und Ressourcen (Phosphate) können die Wirtschaftlichkeit von innovativen, energie- und ressourceneffizienten Systemen begünstigen und somit die Implementierung vorantreiben.

Innovative Infrastruktursysteme könnten auch ein bedeutendes **Marktpotential** darstellen, sowohl für die Betreiber und Aufgabenträger, als auch für Hersteller bzw. Anlagenbauer sowie Bauträger und Wohnungsbaugesellschaften. Für die Betreiber und Aufgabenträger bieten kleinräumige innovative Systeme neue Geschäftsfelder im Bereich Betrieb, Wartung und Kontrolle. Dadurch könnten Arbeitsplätze gesichert und auch neue geschaffen werden. Würden hingegen nicht mehr wirtschaftlich betreibbare zentrale Infrastrukturen aufgegeben, wie vom Deutschen Bundestag [2011b] beschrieben, und anschließend durch konventionelle dezentrale Anlagen (Kleinkläranlagen) ersetzt werden, würde dies zu Einnahme- und Arbeitsplatzverlusten führen. Auch für Anlagenbauer/Hersteller bieten innovative Systeme die Möglichkeit ihre Produktpalette zu erweitern und neue Märkte zu erschließen. In der Regel ist es für deutsche Unternehmen leichter sich zunächst im inländischen Markt zu etablieren. Die Markteintrittsbarrieren sind im Inland geringer z.B. durch bessere Kenntnis der rechtlichen Rahmenbedingungen. Experten sehen das größte Anwendungspotential innovativer Konzepte im Ausland, beispielsweise in schnell wachsenden urbanen Räumen (Megacities), aber auch in Regionen, in denen bisher keine Infrastruktur existiert und Wasser- sowie Nährstoffmangel herrschen. Für die Markterschließung sind Erfahrungen der Planer und Technologiehersteller notwendig. Die in Deutschland etablierten Anlagen können daher als Referenzanlagen für den internationalen Markt dienen.

Für Bauträger und Wohnungsbaugesellschaften können innovative Systeme ebenfalls das Marktpotential verbessern. Durch das positive **Image** innovativer ‚grüner‘ Konzepte kann der Wert von Immobilien für eine bestimmte Käufergruppe erhöht bzw. auch die Attraktivität einer Wohngegend verbessert werden. Das Image hat nicht nur für die Wohnungsbaugesellschaften und Bauträger eine

positive Wirkung. Innovative Anlagenkonzepte können eine Imageverbesserung für Hersteller/Anlagenbauer darstellen, da es die Offenheit der Unternehmen zeigt neue Ideen und Konzepte zu entwickeln und neue Wege zu gehen. Auch für Kommunen und Städte kann das Image „Grüne Stadt“ das Attraktivitätspotential erhöhen. Das positive ‚Öko‘-Image stellt somit einen weiteren möglichen Treiber für die Implementierung von innovativen Wasserinfrastruktursystemen dar. Für die Durchführung von Demonstrationsprojekten der innovativen Abwasserentsorgung ist das Image bereits heute ein Treiber.

Im Weiteren kann die Politik über **Fördermaßnahmen** entscheidend zu der Etablierung von innovativen Systemen beitragen, da die Förderung Kostennachteile und höhere Risiken von neuen Systemen kompensieren können, bis sich die Techniken auf Grund ihrer Vorteile auch selbstständig auf dem Markt etablieren können. Ein Beispiel stellt das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) dar, welches erheblich zur Verbreitung regenerativer Energiesysteme beigetragen hat. Die Fördermaßnahmen sind auch für die Schaffung von **Demonstrationsprojekte** (im Realmaßstab) wichtig, welche für die Überführung von an Hochschulen und Forschungsinstituten entwickelten innovativen Konzepten und Verfahren wesentlich sind. Über diese Demonstrationsprojekte können die Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit unter Beweis gestellt werden und wichtige Erfahrungen in der Implementierung und im Betrieb generiert werden. In Deutschland wurden bereits einige Demonstrationsprojekte durchgeführt, bzw. sind in Planung (vgl. Kapitel 5.3). Trotzdem wird von einigen Experten und auch von der DWA ein weiterer Bedarf an Demonstrationsprojekten u.a. auch in einem größerem Maßstab gesehen. Ein weiterer wichtiger Faktor für eine größere Verbreitung von innovativen Abwasserinfrastrukturen ist die Aufbereitung und Kommunikation der Ergebnisse aus den Demonstrationsprojekten, insbesondere auch für Entscheidungsträger in den Kommunen und bei den Aufgabenträgern. Hierzu kann eine effektive Öffentlichkeitsarbeit beitragen.

6.1.2.2 Innovationshemmnisse

Die derzeit wirkenden Innovationshemmnisse für innovative Abwasserinfrastrukturen in Regionen mit zentralen Abwasserinfrastrukturen werden nachfolgend dargestellt.

Wie bereits beschrieben, werden die heute bestehenden zentralen Infrastrukturen als ein sehr verlässliches und einen hohen Standard bietendes System wahrgenommen und deshalb würden laut einem Experten in Deutschland die Zwänge fehlen, etwas am bestehenden System zu ändern. Die Herausforderungen bestünden nicht in der Änderung des Systems, sondern vielmehr in den Details. In den Interviews kamen einige Experten zu dem Schluss, dass es **keinen Bedarf** innovativer Systeme in Deutschland gäbe. Es ist jedoch eine Grundvoraussetzung für die Implementierung innovativer Infrastruktursysteme, dass von den relevanten Akteuren ein solcher gesehen wird. Die Experten sehen das Marktpotential jedoch vielfach eher bzw. nur im Ausland. Begründet wird dies unter anderem durch die bestehenden und in weiten Teilen auch funktionierenden Abwasserinfrastrukturen. Kapazitätsprobleme würde es nicht geben. Auch für die Ressourcenrückgewinnung wird kein Bedarf gesehen. Deutschland bzw. deutsche Unternehmen könnten alle benötigten Ressourcen auf dem Weltmarkt einkaufen, da ausreichend Geld vorhanden sei. Dies sei in Entwicklungsländern anders,

wo eine Wiederverwendung des Abwassers zur Bewässerung und Düngung eine wirtschaftliche Notwendigkeit darstelle.

Mit der Ansicht eines fehlenden Bedarfs eng verbunden ist die **fehlende Überzeugung**, dass innovative Systeme besser als zentralen Strukturen geeignet sind, auf aktuelle Herausforderungen der Wasserver- und Abwasserentsorgung zu reagieren. Zum Teil wird auch die wirtschaftliche und betriebliche Beherrschbarkeit innovativer Abwassersysteme in Zweifel gezogen. Darüber hinaus war ein Interviewpartner der Überzeugung, dass die Systeme heute weitgehend entwickelt seien und kein großes Entwicklungspotential mehr bestehe: das Konzept „Null-Abwasser“ und den „Stein der Weisen“ gäbe es nicht.

Von einigen Experten wurden die **fehlenden Kenntnisse** sowohl über die zukünftigen wasserwirtschaftliche Herausforderungen als auch über die Vor- und Nachteile innovativer Konzepte gegenüber traditionellen Systemen als Ursache für die fehlende Verbreitung innovativer Systeme gesehen. Begründet werden kann dies u.a. durch zu wenige Demonstrationsanlagen. Die Interviews ergaben außerdem, dass häufig ein **Missverständnis des Begriffs ‚innovativ‘** besteht. Dieser wird zum Teil mit Konzepten wie ‚Ecosan‘ oder mit dem Verfahren Komposttoilette in Verbindung gebracht. Dadurch entsteht der Eindruck, dass innovative Abwassersystemen Lösungen für Entwicklungsländer seien, in Deutschland aber einen Rückschritt verbunden mit einem Komfortverlust darstellen würden. Dieses Missverständnis ist ein Grund für die fehlende Akzeptanz bei den Entscheidungsträgern sowie für die Befürchtung, dass auch die Bürger innovative Konzepte nicht akzeptieren würden.

Die fehlende Überzeugung und mangelnden Kenntnisse auch auf politischer Ebene führen dazu, dass die politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen weiterhin zentralen Abwasserinfrastrukturen fördern.

Die Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur wird häufig mit Hilfe von Fördermitteln finanziert, außerdem existieren staatliche Anreizmechanismen zur Verbesserung der Abwasserreinigung. Dabei sind die Fördermaßnahmen bzw. staatlichen Anreizsysteme überwiegend auf die heute vorherrschenden Abwasserinfrastrukturlösungen ausgerichtet. Häufig werden in den Förderprogrammen direkt die zentralen Kläranlagen und die Kanalisation genannt, in einigen Förderrichtlinien wird die öffentliche Abwasserbeseitigung (ohne dass eine Spezifizierung als zentrales System erfolgt) aufgeführt. Die Förderung von Grundstücksentwässerungsanlagen wird häufig ausgeschlossen, dies wäre bei der Implementierung von Stoffstromtrennung jedoch wichtig. In Niedersachsen wird in einer Förderrichtlinie¹⁵ 2007 für die kommunale Abwasserbeseitigung als Voraussetzung ein innovativer Ansatz aufgeführt. Eine Definition für den Begriff „innovativ“ erfolgt nicht direkt, es wird auf die EFRE-Verordnung¹⁶ verwiesen, in der ebenfalls keine Definition zu finden ist. In einem Runder-

¹⁵ Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Maßnahmen der kommunalen Abwasserbeseitigung (RdErl. d. MU v. 1.11.2007 - 22-62603/03/02 (Nds.MBl. Nr.46/2007 S.1285) - VORIS 28200)

¹⁶ Verordnung (EG) Nr. 1080/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juli 2006 über den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1783/1999

lass¹⁷ zu dieser niedersächsischen Förderrichtlinie für die Bewertung von Zuwendungsanträgen werden als Beispiele für innovative Ansätze die Membrantechnik, Aktivkohleadsorption und die Ozonung genannt. Eine Förderung von innovativen Abwassersystemen, wie sie in diesem Bericht definiert sind scheint grundsätzlich möglich, ist aber nicht durch die Richtlinie intendiert. Im Weiteren können Investitionskosten der Abwasserinfrastruktur mit der Abwasserabgabe über drei Jahre verrechnet werden. Allgemeine Bedingung ist, dass eine Frachtverminderung eines zu bewertenden Parameters um mindestens 20 % im Gesamtabwasser oder in einem zu behandelnden Abwasserstrom erreicht wird [§ 10 Abs. 3 AbwAG]. Die kommunalen Investitionskosten für einen Kanalanschluss an eine Sammelkläranlage von vormals dezentral entwässerten Gebieten können ebenfalls mit der Abwasserabgabe der zentralen Kläranlage verrechnet werden. Voraussetzung ist die Verminderung der eingeleiteten Schadstofffracht, ohne dass eine prozentuale Vorgabe besteht [LfU Baden-Württemberg 2005].

Innovative Konzepte werden nur im Rahmen der Forschung bei der Errichtung und wissenschaftlichen Begleitung von Demonstrationsprojekten gefördert. Die schwerpunktmäßige **Ausrichtung der Förderung auf konventionelle Systeme** bzw. fehlende Berücksichtigung der innovativen Abwasserinfrastrukturen wirkt sich somit hemmend auf die Einführung innovativer Lösungen aus. Eine Anpassung der Förderung z.B. Einführung von Kriterien wie Ressourceneffizienz, Energieeffizienz oder Anpassungsfähigkeit wäre notwendig für eine größere Verbreitung innovativer Konzepte der Abwasserentsorgung. Dies ist vor allem wichtig, da innovative Systeme zum Teil noch **höhere Investitionskosten** aufweisen. Im zentralen System wird ein erheblicher Teil der Investitionskosten für die Kanalisation verwendet. In Regionen mit geringer Einwohnerdichte und somit langen einwohnerspezifischen Leitungswegen sind diese entsprechend hoch, so dass hier innovative Systeme konkurrenzfähig sein können. In urbanen Regionen mit geringeren einwohnerspezifischen Leitungswegen ist dies hingegen meist nicht der Fall. Hier sind momentan zentrale Systeme auch aufgrund von Skaleneffekten günstiger. Die Investitionskosten für kleine, modular aufgebaute innovative Anlagen (Komponenten) sinken erst bei einer Erhöhung der abgesetzten Stückzahl. **Zusätzliche** (kalkulatorische) Kosten entstehen, wenn bestehende zentrale Anlagen vorzeitig abgeschrieben werden müssten. Diese Kosten können sich erst nach längerer Betriebszeit von innovativen Systemen durch geringere Betriebskosten oder Erlöse aus der Vermarktung von Produkten wie Energie oder Düngemittel amortisieren, bzw. durch die Vorteile auf Grund einer höheren Flexibilität gerechtfertigt werden. Häufig fehlt jedoch eine (objektive) Vergleichsrechnung, so dass auch in Fällen, in denen innovative Abwasserstrukturen die günstigere Lösung darstellen, diese nicht realisiert werden.

Die **Politik** kann sowohl treibend als auch hemmend auf die Implementierung innovativer Systeme wirken. Der Einfluss der politischen Ebene auf die Maßnahmen in der deutschen Wasserwirtschaft zeigte sich auch in einer Untersuchung des Landesrechnungshofs von Schleswig-Holstein. So stellte

¹⁷ Bewertung von Zuwendungsanträgen nach der Richtlinie über die Förderung von Maßnahmen der kommunalen Abwasserbeseitigung (RdErl. d. MU v. 1.11.2007 - 22-62603/03/02 ((Nds.MBl. Nr.48/2007 S.1391) - VORIS 28200 - Bezug: RdErl. v. 1.11.2007 (Nds.MBl. S.1285) - VORIS 28200 -)

dieser fest, dass bei den Entscheidungen über die Erneuerungsmaßnahmen bei einem Wasserversorgungsunternehmen (WVU) die politische Ebene großes Gewicht hatte. Bei einem weiteren WVU wurden unabhängig von den tatsächlich auftretenden Schäden aufgrund einer politischen Entscheidung grundsätzlich nur die Asbestzementrohre¹⁸ ausgetauscht. Tatsächlich traten Schäden an diesen Rohren nur selten auf [LRH Schleswig-Holstein o.J.]. Dies zeigt, dass aufgrund von politischen Entscheidungen zum Teil nicht sinnvolle Infrastrukturmaßnahmen ergriffen werden. Solange auf der politischen Ebene die Überzeugung in Bezug auf die Vorteile von innovativen Konzepten fehlt, kann sich die Durchsetzung solcher Konzepte als schwierig erweisen.

Ein weiteres Hemmnis ist die meist **schlechte Haushaltslage der Kommunen**, insbesondere wenn die Ver- und Entsorgungsunternehmen als Regiebetrieb organisiert sind und somit direkt über den kommunalen Haushalt finanziert werden. Der Haushaltsplan wird für kurze Zeiträume (meist ein Kalenderjahr) erstellt. Hierbei sind auch politische Überlegungen von Bedeutung. Ziel ist die Schaffung eines möglichst ausgeglichenen Haushaltes bzw. die Haushaltskonsolidierung. Wenn die Einnahmen beispielsweise durch Bevölkerungsrückgang oder die Abwanderung von Wirtschaftsunternehmen sinken, müssen die Kommunen auch die Ausgaben senken. Der Erhalt der Infrastruktur hat eine vergleichsweise niedrige politische Priorität und häufig fehlen Strategien zum Management der bestehenden Infrastruktursysteme. Werden Einsparungen notwendig, unterbleiben zunächst die notwendigen Investitionen in die Infrastruktur [Reidenbach et al. 2008]. Dies hat in der Vergangenheit bereits zu einem Investitionskostenrückstand geführt und kann dazu führen, dass Ausgaben für die (Abwasser)Infrastruktur auf ein möglichst geringes Maß reduziert werden. Zurzeit bestehen zwar nach Angabe der WVU keine Finanzierungsschwierigkeiten, der Landesrechnungshof in Schleswig-Holstein gibt aber zu bedenken, dass die Notwendigkeit der Erneuerungsmaßnahmen zukünftig steigen wird, da ein Großteil der Anlagen das Ende ihrer Nutzungsdauer erreichen. Infolge eines hohen Anteils überalterter und abgeschriebener Netze werden die Abschreibungen den Finanzierungsbedarf nicht mehr vollständig decken [LRH Schleswig-Holstein o.J.]. Auf kommunaler Ebene wird teilweise bei Konzepten mit NASS bemängelt, dass durch Aufhebung des Anschluss- und Benutzungszwanges zu Gunsten dezentraler Anlagen auch den Eigenbetrieben ein wirtschaftlicher Nachteil entstehen würde. Für die Etablierung innovativer Systeme kann sich die schlechte kommunale Haushaltslage als hemmend auswirken, da in der Transformationsphase zunächst ein höherer Investitionsbedarf entsteht (vgl. S. 39).

Im Weiteren kann sich auch die **Planungspraxis der Betriebe** auf eine Transformation der Infrastruktursysteme auswirken. So zeigte die Erhebung des Landesrechnungshofes Schleswig-Holstein, dass fast keines der überprüften Wasserversorgungsunternehmen Maßnahmenpläne aufstellt und der mittelfristige Finanzmittelbedarf häufig unbekannt ist. Die meist sehr kurzfristigen Maßnahmenplanungen ermöglichen keine vorbeugende Planungsstrategien, sondern nur kurzfristige Reaktionen

¹⁸ Laut der WHO und das Bundesgesundheitsamt ist kein Gesundheitsrisiko durch die Verwendung von Asbestzementrohren für Trinkwasserleitungen erkennbar, sofern das Trinkwasser die Qualitätsanforderungen der TrinkwV erfüllt. Seit 1995 dürfen nach Gefahrstoffverordnung Asbestzementrohre nicht neu verbaut werden, bestehende Leitungen bleiben hiervon unberührt. Laut Gefahrstoffverordnung besteht ein generelles Herstellungs- und Verwendungsverbot für Asbestprodukte. [LfU Bayern 2010]

(„Feuerwehrstrategie“) [LRH Schleswig-Holstein o.J.]. Eine langfristige Planung ist für die Etablierung von innovativen Infrastruktursystemen aber essentiell. Bei kommunalen Betrieben ergibt sich des Weiteren die Schwierigkeit, dass sie gebührenfinanziert sind und nicht oder nur schwierig Forschungstätigkeiten über diese Gebühren finanzieren können.

Im Rahmen der bestehenden **Gesetzgebung** ist die Implementierung innovativer Infrastruktursysteme grundsätzlich möglich. Allerdings müssen bei transsektoralen Konzepten viele Rechtsnormen beachtet werden, was die Genehmigungspraxis erschwert. Zudem fehlen teilweise noch gesetzliche Regelungen. Beispielsweise gibt es keine rechtlich verbindlichen Grenzwerte für die Qualität von aus gereinigtem Abwasser gewonnenem Brauchwasser. Hier muss entweder auf internationale Standards oder auf die Empfehlung der Berliner Senatsverwaltung [vgl. Nolde et al. 2007] zurückgegriffen werden. Auch die Bioabfallverordnung kann sich hinderlich auf die gemeinsame Behandlung von Klärschlamm mit Bioabfall auswirken, da diese eine Hygienisierung des Faulschlammes fordert. Für die Co-Vergärung von Bioabfall und Klärschlamm wurden in verschiedenen Bundesländern die Anforderungen bereits gesenkt, so muss beispielsweise in Nordrhein-Westfalen keine Hygienisierung mehr durchgeführt werden, wenn der Schlamm nach der Faulung verbrannt wird. Das EEG stellt außerdem die Biogasgewinnung aus Klärschlamm schlechter (in Form einer geringeren Vergütung) als die aus anderen Abfallstoffen bzw. Materialien. Dies wirkt sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Klärgasnutzung aus [AöW 2011]. Die Verwertung von Produkten aus NASS ist bisher nur über eine Ausnahmeregelung im Düngegesetz (für Forschungszwecke) oder als Sekundärrohstoff und Abfall nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, bzw. der Bioabfallverordnung oder der Klärschlammverordnung möglich [DWA 2010]. Da die Genehmigung der Ausbringung von Sekundärrohstoffen der Unteren Abfallbehörde unterliegt, erfolgt keine bundesweit einheitliche Vollzugsregelung [Clemens et al. 2008]. In die Düngemittelverordnung sind diese Produkte bisher nicht aufgenommen. Die gesetzlichen Anforderungen werden von einem interviewten Experten als der wichtigste Faktor für die Verbreitung von Innovationen gesehen. Beispiele hierfür haben sich auch in der Vergangenheit gezeigt, z.B. waren die Verabschiedung des Wasserhaushaltsgesetzes und der Abwasserverordnungen wesentliche Faktoren für die Verbreitung effizienter Abwasserreinigungsanlagen (vgl. Kapitel 5.2.1). Die weitergehende Abwasserreinigung (Nährstoffelimination) brachte zwar eine ökologische Verbesserung, war aber gleichzeitig mit höheren Kosten für die Abwasserreinigung verbunden. Daher waren für den flächendeckenden Einsatz neben der Entwicklung der Technologie der weitergehenden Reinigungsstufe entsprechende rechtliche Regelungen notwendig.

Für die Verbreitung innovativer Abwassersysteme ist die Normung bzw. Merk- oder Arbeitsblätter ein wichtiger Faktor. Beispiele hierfür sind die DIN-Normen, ISO-Normen sowie Arbeits- und Merkblätter der DWA und des DVGW. Die Einhaltung von Normen und Regelwerken bei der Planung und Realisierung kann den Verantwortlichen eine Rechtssicherheit geben. Außerdem bieten sie die Möglichkeit Erfahrungen zu bündeln und erleichtern es Planern und Betreibern neue Konzepte umzusetzen, mit denen sie wenige oder keine eigenen Erfahrungen haben. Auch für Genehmigungsbehörden kann die Beurteilung erleichtert werden, da die Einhaltung von allgemein anerkannten Standards erstes Indiz für die Funktionsfähigkeit einer Lösung darstellt. Im Bereich der innovativen Wasserver- und Abwasserentsorgung **fehlen Normen und Regelwerke** noch. Erste Ansätze hierfür erarbeitet zurzeit ein Fachausschuss der DWA mit dem Arbeitsblatt „DWA A 272 Grundzüge für die Planung

und Implementierung neuartiger Sanitärsysteme“ [Hillenbrand 2011], wobei NASS nur ein mögliches Element der innovativen Systeme darstellt. Allgemein besteht ein hoher Anpassungsbedarf der bestehenden Regelwerke auf die Erfordernisse innovativer Infrastruktursysteme.

Die Genehmigung von wasserwirtschaftlichen Anlagen liegt im Ermessen der **Genehmigungsbehörde**. Gesetze und Verordnungen wie die Abwasserverordnung geben einen Rahmen für die Entscheidung, ob eine Anlage genehmigungsfähig ist. Allerdings kann auch durch die Erfüllung aller Genehmigungsvoraussetzungen kein Rechtsanspruch auf die Genehmigung abgeleitet werden. Der Sachbearbeiter kann eine Genehmigung begründet ablehnen. Ein solcher Bescheid ist widerspruchsfähig, geklagt werden kann aber nur auf Ermessensfehler. Diese sind in der Regel nicht leicht nachzuweisen. Somit ist die Erteilung einer Genehmigung von der Akzeptanz und der Verantwortungsübernahme einzelner Sachbearbeiter in den Behörden abhängig. Dies kann sich als Hemmnis erweisen. Ein Experte sieht jedoch nicht in der Struktur der Genehmigungspraxis ein Hemmnis, sondern vielmehr in der fehlenden Akzeptanz der einzelnen Mitarbeiter. Eine geringe Akzeptanz innovativer Konzepte kann z.B. in ländlichen Bereichen durch negative Erfahrungen mit dezentralen Anlagen (Kleinkläranlagen) entstehen. Handlungsrountinen können ebenfalls ursächlich sein. Weiterhin können sich fehlende Kenntnisse und Erfahrungen über innovative Infrastruktursysteme hemmend auswirken; Insbesondere fehlende Erfahrungen sind hinderlich, da der verantwortliche Mitarbeiter eher zur ‚sichereren‘, also bekannten Lösung tendieren wird. Da es sich bei Genehmigungen um Einzelfallentscheidungen handelt und zudem bei sektorübergreifenden Konzepten aufgrund der sektoralen Verwaltungsstrukturen unterschiedliche Behörden und damit mehrere Mitarbeiter betroffen sind, steigt das Risiko auf dieser Seite.

Die fehlende Akzeptanz, fehlende Erfahrungen und Handlungsrountinen betreffen nicht nur Mitarbeiter der Behörden sondern auch die **Ingenieurbüros**. Diese haben vor allem Erfahrungen mit konventionellen zentralen Infrastrukturen, die Planung erfolgt routiniert und zum Teil standardisiert. Eine Umstellung bedeutet einen erhöhten Aufwand, da fehlende Kenntnisse erarbeitet und neue Planungsabläufe entwickelt werden müssen. Dezentrale Anlagen werden hingegen vielfach nicht von Ingenieurbüros geplant sondern von den Herstellern in standardisierter Form angeboten.

Die **Vielfalt der Möglichkeiten** innovativer Infrastruktursystemen, welche sich aus den standortangepassten u.U. sektorübergreifenden Konzepten ergibt, wirkt sich hemmend auf die Implementierung aus. Es gibt nicht ‚das‘ innovative System, sondern eine Vielzahl von Möglichkeiten ein Abwasserinfrastruktursystem flexibel und zukunftsfähig zu gestalten. Eine Methode, zur unterstützenden Einschätzung, ab wann ‚innovative Infrastruktursysteme‘ als Alternative zum zentralen System betrachtet werden sollte, sowie Entscheidungshilfen zur Auswahl der verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der ortsspezifischen Randbedingungen fehlen bislang. Solche Bewertungsmethoden und Entscheidungshilfen müssen dabei einfach anwendbar sein. Derzeit fehlt noch ein solches vor allem auch anwendbares Hilfsmittel in der Praxis.

Für die erfolgreiche Umsetzung von innovativen Konzepten ist eine Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen wichtig. Beispielsweise sollte die zukünftige Wasserver- und Abwasserentsorgung bereits frühzeitig in den städteplanerischen Konzepten berücksichtigt werden. Für kleinräumige, anfallsortsnahe Behandlungslösungen oder Stoffstromtrennung im Haushalt müssen die spezifischen

Anforderungen auch dem Architekten und Planer bekannt sein. Dies ist bisher nicht in ausreichendem Maße gegeben. Sowohl Stadtplaner als auch Architekten gehen häufig davon aus, dass die Wasserinfrastruktur funktioniert und als gegebene angenommen werden kann. Ein interviewter Experte bemängelt hierzu, dass das Problem der **mangelnden fachübergreifenden Zusammenarbeit** bereits in der Lehre an Hochschulen anfangs. Selten würde das Wissen über Herausforderungen, Fachvokabular u.ä. anderer Fachdisziplinen vermittelt, vielmehr würden Experten in einem kleinen Teilbereich ausgebildet. Die Notwendigkeit eines vernetzten Denkens steige insbesondere, wenn ein integrierter Ansatz verfolgt werde. Bereits bei der Auswahl bzw. Entwicklung eines geeigneten, an die örtlichen Randbedingungen angepassten Konzeptes ist (neben den Fachplanern der Abwasserentsorgung) eine möglichst frühe Einbeziehung weiterer Fachplaner wie die der Abfallwirtschaft, Wasserversorgung und eventuell auch der Energieversorgung wichtig. Dadurch kann dazu beigetragen werden, dass die Potentiale eines transsektoralen Ansatzes erkannt und genutzt werden. Es müssen die Randbedingungen der verschiedenen Sektoren, ihre Anforderungen sowie die Zusammenhänge zwischen ihnen verstanden werden. Hinzu kommt die zum Teil unterschiedlichen Organisationsstrukturen der Versorgungswirtschaft, z.B. der Wasser- und der Energiewirtschaft. Auch auf Verbandsebene müsste stärker zusammengearbeitet werden, z.B. zwischen der DWA und DVGW. Die Ingenieurbüros und Planer ebenso wie die Industrie bzw. die Anlagenbauer müssen ebenfalls enger kooperieren, v.a. Anforderungen definieren und kommunizieren.

Fast alle Interviewpartner haben die **Kapitalbindung** durch die bestehenden Infrastruktursysteme als wesentliches Hemmnis für die Etablierung innovativer Systeme eingeschätzt. Zwar kann der Sanierungsbedarf ein Gelegenheitsfenster darstellen, allerdings ist hierbei die **unterschiedliche Altersstruktur der Netze** zu beachten. Während einige Netzteile einen erheblichen Sanierungsbedarf aufweisen und abgeschrieben sind, können andere Teile noch vollständig funktionsfähig oder noch nicht abgeschrieben sein. Dies führt dazu, dass fortlaufend in einen Teil des Netzes investiert und zu keinem Zeitpunkt das gesamte Netz abgeschrieben sein wird. Die Kapitalbindung ist hoch; eine vorzeitige Abschreibung bedeutete ein wirtschaftlicher Verlust, der durch die Kosteneinsparung innovativer Systeme kompensiert werden müsste. Da für eine Transformation gleichzeitig in neue Infrastruktur investiert werden müsste, könnte eine Kosteneinsparung erst nach einigen Jahren realisiert werden. Daher wird es keinen radikalen Systemwechsel geben können, Transformationen können daher nur kleinräumig und langsam erfolgen.

Die Nutzung von gereinigtem Abwasser als Brauchwasser verstärkt durch die Verringerung des Trinkwasserbedarfs die bestehenden Probleme der zentralen Trinkwasserversorgung. Die Rohrquerschnitte im Trinkwassernetz müssen unter Umständen verkleinert werden. Im urbanen z.T. aber auch in ländlichen Regionen wird über die Trinkwasserinfrastruktur auch das Löschwasser bereitgestellt, diese Funktion ist bei Verkleinerung des Systems teilweise nicht mehr möglich. Es müssten zusätzliche Brandschutzmaßnahmen in den Gebäuden ergriffen und das Löschwasser in Löschwasserteichen oder anderen Speichern vorgehalten werden. Dies setzt allerdings eine entsprechende Flächenverfügbarkeit voraus. **Wechselwirkungen mit dem Trinkwassersystem** können daher ein Hemmnis für innovative Systeme mit Brauchwasserbereitstellung darstellen.

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Umsetzung von kleinräumigen Anlagen ist der benötigte lokale **Platzbedarf**. In Regionen mit höherer Siedlungsdichte ist dieser meist begrenzt. Dadurch können einige Optionen für innovative Konzepte, bspw. eine Grauwasserbehandlung in Pflanzenkläranlagen nicht oder nur schwierig umgesetzt werden. Auch der Einsatz von Kleinkläranlagen in der Stadt ist häufig nicht möglich, da nicht ausreichend Platz in den Häusern bzw. Kellern vorhanden ist. Der erhöhte Platzbedarf dieser Anlagen im Wohngebiet im Vergleich zu zentralen Anlagen wirkt sich somit hemmend auf die Umsetzung innovativer Konzepte in der Stadt aus.

Die Integration von abwassertechnischen Anlagen in der direkten Nachbarschaft kann zu Akzeptanzproblemen bei der **Bevölkerung** stoßen, da diese Geruchs- und Lärmbelastungen befürchten. Für die Umsetzung von innovativen Konzepten mit Stoffstromtrennung im Bestand stellen auch die Eigentumsrechte bzw. der Bestandsschutz ein Hindernis dar, da nicht nur ein Umbau der öffentlichen Entwässerungsanlagen sondern auch der privaten Grundstücksentwässerungsanlagen erfolgen müsste. Dies würde nicht nur eine finanzielle Belastung der Eigentümer sondern auch Unannehmlichkeiten durch den Umbau bedeuten.

6.1.3 Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind [inter3]

6.1.3.1 Innovationstreiber

In der Vergangenheit haben sich unterschiedliche Treiber auf verschiedenen Ebenen entwickelt, die die Verbreitung dezentraler Abwasserreinigungsanlagen in nicht an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen Regionen erleichtern und die zukünftige Entwicklung innovativer Systeme vorbereiten. Auf der anderen Seite zeigen die Experteninterviews eindeutig, dass mit der Verbreitung von dezentralen Entsorgungssystemen der organisatorische Aufwand für einen ordnungsgemäßen Betrieb und Kontrolle der Anlagen deutlich zunimmt. Hier sind zukünftig neue Entwicklungen zu erwarten, um eine nachhaltige Verbreitung von dezentralen Infrastruktursystemen sicher zu stellen. Die wichtigsten Treiber sind die im Folgenden genannten Punkte.

Politische Trends

Die veränderten Rahmenbedingungen, wie z.B. sinkender Wasserverbrauch, sinkende Einnahmen der Ver- und Entsorger sowie weniger Fördermittel für zentrale Systeme haben bei der Kommunal- und Landespolitik zu neuen Denkanstößen geführt. Es wurden neue politische Trends in Richtung kleine und flexible Infrastruktursysteme gesetzt. Das führt u.a. dazu, dass bei der Überarbeitung der Abwasserbeseitigungskonzepte sowohl der Aufgabenträger als auch die Genehmigungsbehörden intensiver auf die Möglichkeit einer dezentralen Entsorgung achten. Ein Experte formuliert es wie folgt:

„In den 90iger Jahren standen in den Abwasserbeseitigungskonzepten aus bekannten Gründen fast nur zentrale Entsorgungssysteme. Aufgrund von Demographieprognosen schaut bei der Fortsetzung der Abwasserbeseitigungskonzepte das Ministerium heute ganz genau hin, ob eine zentrale Entsorgung Sinn macht oder nicht. Wenn nicht, werden die Kommunen darauf hingewiesen, bzw. bekommen keine Förder-gelder.“

Rechtliche Rahmenbedingungen für Kleinkläranlagen

Die Anerkennung von Kleinkläranlagen als dauerhafte Lösung für die dezentrale Abwasseraufbereitung und die Ausdehnung der Größenklasse 1 von mindestens 50 EW auf 1 EW bildete für die dezentrale Abwasseraufbereitung ein neues Grundgerüst, auf dem angepasste und dauerhafte Lösungen mit hoher Reinigungsleistung entwickelt wurden. Gleichzeitig wurde mit der Neufassung der DIN 4261 in 2002 die technische Entwicklung der dezentralen Kläranlagen vorangetrieben. Zusätzlich wurde die Vorgabe eingeführt mindestens eine Stufe der biologischen Nachbehandlung bei halbtechnischen oder technischen Systemen zu installieren. Mit dem DIBt-Kennzeichen wurde ein Rahmen für die technischen Anforderungen von serienmäßig produzierten Anlagen gebildet, die über die in der DIN genannten Verfahren hinausgehen und den relevanten Akteuren eine rechtliche Grundlage für die Genehmigung und den Betrieb der Anlagen geben.

Insgesamt wird der rechtliche Rahmen von den Zweckverbänden, den Behörden und den Anlagenherstellern einheitlich als ausreichend und klar formuliert angesehen. „Würden diese, wie gefordert, umgesetzt werden, wäre viel erreicht“, so ein Vertreter der Herstellervereinigung.

Verlässlichere und robustere Technik

Die oben genannten rechtlichen Bedingungen führten zu einem technischen Innovationsschub. Insbesondere die aus der zentralen Klärtechnik bekannten Abwasserreinigungsverfahren, wie z.B. SBR, Wirbelbett und Tropfkörperanlagen, wurden auf Kleinkläranlagen übertragen. Dadurch wurden die dezentralen Anlagen in ihrer Funktion verlässlicher und robuster. Die vollbiologischen Kleinkläranlagen entsprechen heute dem Stand der Technik und liefern deutlich bessere Ablaufwerte als einfache Mehrkammergruben.

Landesförderprogramme

Die Förderpolitik der Landesministerien hat sich in den letzten Jahren zu Gunsten von dezentralen Infrastruktursystemen verschoben. Waren in den 1990er Jahren die Fördermittel fast ausschließlich für den Bau von zentralen Infrastruktursystemen vorgesehen, stehen heute in fast allen Bundesländern Fördermittel für den Bau oder die Nachrüstung dezentraler Anlagen zur Verfügung. Ein Interviewpartner beschreibt die Situation wie folgt: „Mittlerweile sind die politischen Akteure soweit, dass sie die dezentralen Entsorgungssysteme ernst nehmen.“ Es erfolgte eine Umstellung der Förderprogramme, die den Willen vieler Bundesländer zeigt, den unzureichenden Zustand der dezentralen Anlagen zu verbessern. Welche Rolle die Landesförderprogramme für die Verbreitung von Kleinkläranlagen spielen, verdeutlicht eindrucksvoll das Förderprogramm des Landes Nordrhein-Westfalen des Jahres 2006, das zum Kauf von rund 30.000 Anlagen führte.

Einfluss des Marktes auf Preis für Kleinkläranlagen

Mit dem Auf- und Ausbau der Herstellerstruktur von Kleinkläranlagen und die Massenproduktion der Anlagen wurden die Investitionskosten in den letzten Jahren deutlich gesenkt. Eine Studie des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zeigt, dass alleine zwischen 2003 und 2007 die Investitionskosten für Anlagen mit einer Größe von 4 EW um durchschnittlich 12 %, von 8 EW um 14 % und von 16 EW um 10 % gesunken sind [Auth et al. 2008].

6.1.3.2 Innovationshemmnisse

Aus Innovationsforschungssicht sind die wichtigsten Faktoren, die einer Verbreitung innovativer Wasserinfrastruktursysteme entgegenstehen, die im Folgenden dargestellten Punkte.

Mangelnde Auslastung zentraler Systeme

Der Wasserverbrauch in Deutschland sank zwischen 1990 und 2009 um 17 % von durchschnittlich 145 auf 122 Litern pro Einwohner und Tag [Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011]. Heute hat Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Ländern einen der niedrigsten einwohnerspezifischen Wasserverbräuche. Mit dem Rückgang des Wasserverbrauchs sind erhebliche technische und ökonomische Probleme für die bestehenden zentralen Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastrukturen verbunden (vgl. Kapitel 4.1). Den mit der mangelnden Auslastung bestehender zentraler Systeme verbundenen Problemen wurde in den letzten Jahren häufig durch den Anschluss von weiteren Gebieten an die zentralen Infrastruktursysteme entgegengewirkt. Für einige dieser Gebiete wäre ein innovativer semi- oder dezentraler Ansatz sinnvoller gewesen.

Einseitige Interpretation von Anschluss- und Benutzungszwang

In Deutschland ist in der Regel in den kommunalen Satzungen der Anschluss und Benutzungszwang festgelegt. Dies bedeutet die Pflicht zum Anschluss an ein vom Aufgabenträger betriebenes öffentliches Abwassersystem, solange etwaige Alternativen nicht günstiger zu realisieren sind. Historisch bedingt wird dieser Zwang häufig missverständlich mit dem Anschluss an zentrale Systeme verbunden. Der Aufgabenträger könnte aber auch dezentrale Systeme errichten und den Anschluss- und Benutzungszwang für diese öffentlichen Systeme durchzusetzen. Das Potenzial dieses Spielraums wird bisher nur unzureichend genutzt [vgl. Hanke, 2010].

Die private dezentrale Abwasserentsorgung ist im Normalfall für den einzelnen Bürger spezifisch teurer als die Entsorgung über ein öffentliches, zentrales System, da die Kosten für die dezentrale Anlage direkt im vollen Umfang von den jeweiligen Haushalten übernommen werden müssen. Werden die gleichen Haushalte an zentrale Anlagen angeschlossen, dann werden die Kosten auf die Solidargemeinschaft, also alle angeschlossenen Einwohner (auch die in der Stadt), verteilt. So werden die spezifischen Kosten für die Bürger häufig kleiner, wohingegen die Kosten für die Kommune deutlich höher sein können.

Unterschiedliche landesrechtliche Voraussetzungen

Die rechtlichen Voraussetzungen für Kleinkläranlagen variieren in vielen Punkten. So unterscheiden sich selbst die zugelassenen Verfahren von Bundesland zu Bundesland. Auch die Anforderungen an ein Wartungsunternehmen sind in jedem Land unterschiedlich geregelt. Wird in Mecklenburg Vorpommern ein Zertifikat der DWA gefordert, so kann in Bayern nach Aussagen der Herstellervereinigung jederzeit jeder ohne eine Zertifizierung eine Wartungsfirma gründen. Zwar ist nach der Eigenüberwachungsverordnung eine „ordnungsgemäße“ Wartung vorgeschrieben, was die Durchführung

durch einer fachkundigen Person bedeutet, der Ausbildungsstand wird jedoch i.d.R. nicht überprüft [Bayerisches Landesamt für Umwelt 2011].

Inkonsequente behördliche Umsetzung

Die bereits von den Landesministerien verabschiedeten Umrüstungsfristen, werden nur zögerlich umgesetzt und von den Behörden nur unzureichend kontrolliert. Mangelnde behördliche Ressourcen sind hierfür als Hauptgrund zu identifizieren. Darüber hinaus werden Entwicklungsschwerpunkte von den Lokalpolitikern unterschiedlich gesetzt. Die Abwasserinfrastruktur hat hier in der Regel einen geringen Stellenwert.

Defizitärer Betrieb und Wartung der Anlagen

Mit der Errichtung einer Kleinkläranlage ist für den Betreiber die Verantwortung für den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage verbunden. Betreiber von Kleinkläranlagen sind i.d.R. bisher Privatpersonen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese üblicherweise keine Abwasserexperten sind und „[...] sie nicht für den Betrieb ihrer Kleinkläranlage leben; genauso, wie sie nicht für ihren Öltank leben“, so ein Interviewpartner. Nicht sachgemäßer Umgang der Kleinkläranlagen kann zu erheblichen Problemen beim Betrieb führen. Die Erfahrungen mit der Übertragung der Verantwortung auf fachfremde Privatpersonen zeigen, dass der ordnungsgemäße Betrieb nicht immer sichergestellt werden kann. Daher würde sich ein innovatives Konzept mit einer stärkeren Einbindung der Bürger nur schwer durchsetzen können. Behörden könnten aufgrund der negativen Erfahrung mit dem Betrieb von Kleinkläranlagen solchen Konzepten eher kritisch gegenüber stehen.

Damit die Reinigungsleistung der Anlage dauerhaft aufrechterhalten werden kann, müssen die Anlagen unter 50 EW derzeit 2-mal jährlich, Anlagen über 50 EW einmal wöchentlich gewartet werden. Der Anlagenbesitzer kann sich in der Wahl des Wartungsunternehmens frei entscheiden. Da jede Wartung zusätzliche Kosten verursacht, werden in der Regel günstige Wartungsfirmen bevorzugt. Aufgrund der großen Anzahl unterschiedlicher Anlagen- und der Verfahrenstechniken bei über 60 Herstellern ist bei den Wartungsunternehmen nicht immer eine ausreichende Kenntnis bezüglich der spezifischen Wartungsanforderungen der einzelnen Anlagenmodelle vorhanden. Die Anlagenhersteller haben nur über den Entzug der Gewährleistung einen Einfluss auf eine ordnungsgemäße Wartung zu Sicherstellung des langfristigen Betriebs „ihrer“ Anlagen.

Defizitäre Kontrolle

Die geforderte flächendeckende Überwachung und Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Anlagen stellt die Behörden (i.d.R. die untere Wasserbehörde) vor erhebliche organisatorische Probleme. Bei beispielsweise knapp 60.000 Anlagen in Mecklenburg Vorpommern und über 100.000 Anlagen in Thüringen die zukünftig Abwasser dezentral behandeln sollen, ist der Aufwand für die manuelle Kontrolle der Wartungsprotokolle kaum zu bewältigen. Somit werden Fehlfunktionen der Anlagen zum Teil nicht bemerkt. Auch wenn Störungen festgestellt werden, ist eine Nachverfolgung von Seiten der Behörde nahezu unmöglich. Die Erfahrungen mit den dezentralen Anlagen zeigen somit, dass die heutigen Strukturen nicht geeignet sind, um den höheren Kontrollaufwand vieler kleinerer Anlagen zu bewältigen.

Ideologischer Graben und Akzeptanzprobleme

Wichtig für die Umsetzung von innovativen Konzepten ist die Akzeptanz der Nutzer. Zum Teil kann noch eine fehlende Akzeptanz beobachtet werden. Ein Experte begründet mit dem Image innovativer Entsorgungstechnologien zwar ökologisch zu sein, aber weniger Komfort zu bieten. Dies sei durch die von der Bundesregierung geförderten „ecosan-Forschungs- und Entwicklungsprogramme“ entstanden. Mit einem besonderen ökologischen Schwerpunkt des ecosan-Programms wurde „in Deutschland ein Gegenpol zu zentralen Ver- und Entsorgungssystemen aufgebaut, der in den Köpfen ein Graben zwischen Ökologie und Komfort aufgetan und die Entwicklung und Verbreitung von innovativen Entsorgungstechnologien stark behindert hat.“

Auch deswegen werden diese Anlagen gegenüber zentralen Systemen immer noch als eine Abwasserbehandlungstechnologie 2. Klasse angesehen. Zudem überfordern sie mit Ihrer Vielfalt und Komplexität den verpflichteten Bürger, für den die Anlagen eine zusätzliche Belastung, bei einem nicht offensichtlichen Mehrwert für den Nutzer, darstellt.

Starre rechtliche Rahmenbedingung

Die Verbreitung von dezentralen Kleinkläranlagen für größere Einheiten als 1 – 2 Haushalte ist zwar teilweise ökonomisch sinnvoll, aber auf Grund der rechtlichen Rahmenbedingungen erheblich erschwert. Nach dem heutigen Recht kann bei der Abwasserentsorgung nur eine Person oder eine Rechtsform gegenüber der Kommune rechtlich haftbar sein und keine Gemeinschaft. D.h. dass Gruppenlösungen im Normalfall nur zustanden kommen können, wenn die Parteien sich eine gemeinsame Rechtsform (e.V., GbR, ect.) geben oder untereinander zivilrechtliche Verträge abschließen würden. Beide Möglichkeiten sind mit zusätzlichem Aufwand verbunden, der häufig der Sache nicht gerecht wird.

Mangelnde Flexibilität bei Planern und funktionierende zentrale Systeme

Die Expertise der Ingenieurbüros, die mit der Gestaltung von Wasserinfrastrukturen und Abwasserbeseitigungskonzepten beauftragt werden, liegt in der Regel in der Planung zentraler Systeme. Der Einbezug dezentraler Systeme stellt dabei häufig Neuland und zusätzlichen Aufwand bei geringerer Gewinnmarge für die Ingenieure dar. Dies, aber auch das häufig fehlende Know-how führt dazu, dass vielfach die geforderten Kostenvergleichsrechnungen für die ABKs, zu Gunsten von zentralen Systeme ausfallen. Aufgrund fehlenden Detailwissens können diese Rechnungen von den zu genehmigenden Behörden nur schwer nachvollzogen und beanstandet werden.

Des Weiteren „funktionieren errichtete zentralen Entsorgungssysteme gut und erfüllen die geforderten Anforderungen, so dass kein Handlungsbedarf gesehen wird“, so formuliert ein Interviewpartner die Situation und sieht aus diesem Grund „keine Abkehr im großen Stil.“

Förderprogramme

Von Seiten der Hersteller werden Förderprogramme als starkes Hemmnis für ihre Planungssicherheit gesehen. Förderprogramme verzögern die Implementierung der Anlagen bis zu den gesetzten Fristen und sorgen kurz vor Ablauf dieser für einen enormen Nachfragezuwachs der von den Herstellern

nicht bedient werden kann. Eine kontinuierliche Produktion ist damit unmöglich. Die Folge sind oftmals schlecht geplante und hastig installierte Anlagenkonzepte.

Bürgerproteste

Bürgerproteste gegen den Zwangsanschluss an zentrale Entsorgungssysteme haben aufgrund der Erkenntnis, dass dies die Verpflichtung zum eigenverantwortlichen Betrieb einer KKA und zusätzliche Kosten bedeuten würde, in den letzten Jahren nachgelassen. Jedoch protestieren Bürger gegen Veränderung, in der Hoffnung vorhandene und nach heutigem Stand der Technik unzureichende Systeme so lang wie möglich weiter betreiben zu können.

6.1.4 Auswahl und Auswertung von Beispielprojekten

Der Status Quo innovativer Infrastruktursysteme (vgl. Kap. 5.3) zeigt, dass innovative Wasserinfrastrukturen noch nicht in größerem Maße in Deutschland verbreitet sind. Allerdings finden sich Einzelprojekte, teilweise mit Pilot- und Demonstrationsanlagen. Ergänzend zu den Experteninterviews wurden einige Beispielprojekte recherchiert und auf das Wirken von Treibern und Hemmnissen untersucht. Hierbei wurden neben erfolgreichen Projekten auch solche Projekte betrachtet, die das Potential für die Etablierung innovativer Ansätze gehabt hätten, bei denen diese aber nicht realisiert wurden. Es wurden Projekte sowohl in Räumen mit bereits bestehender zentraler Wasserinfrastruktur als auch solche in Räumen mit überwiegend dezentralen Lösungen ausgewählt. Des Weiteren wurden bezüglich der eingesetzten Technologien verschiedene Lösungen gewählt, also solche Projekte mit verschiedenen Arten der Stoffstromtrennung sowie Projekte ohne Stoffstromtrennung, Projekte mit und ohne Kreislaufführung von Teilströmen, sowie zwei Beispiele für ein Betreiberkonzept für Kleinkläranlagen. Durch die Auswahl der Beispielprojekte konnte eine große Bandbreite von innovativen Infrastruktursystemen betrachtet werden.

Die ausgewählten Projekte sind im Folgenden aufgelistet, eine ausführliche Beschreibung kann dem Anhang entnommen werden.

Untersuchte Fallbeispiele:

Ausgewählte Projekte, bei denen sich innovative Konzepte durchsetzen

- **Grüne 9:** Abwasseraufbereitung zu Brauchwasser in einer Kleinkläranlage, Anschluss an zentrale Wasserver- und Abwasserentsorgung bleibt bestehen
- **Klärwerk Stahnsdorf:** Stoffstromtrennung (Grauwasser in Pflanzenkläranlage behandelt, Schwarz-/Braunwasser nach Entwässerung kompostiert, Gelbwasser als Düngemittel)
- **Bielefeld Waldquelle:** Komposttoiletten, Grauwasser wird in zentrale Kanalisation eingeleitet
- **Emscherquellhof:** Stoffstromtrennung (Grau-/Braun-/Schwarzwasser in Pflanzenkläranlage behandelt, Gelbwasser z.Zt. zur Zentralkläranlage), Regenwasser zu Brauchwasser aufbereitet
- **AZV Leisnig:** zentrales Betreiberkonzept für Kleinkläranlagen.

- **Dahler Feld:** Kleinkläranlagen als Gruppenlösung durch Aufgabenträger betrieben

Ausgewählte Projekte, bei denen sich innovative Konzepte nicht durchsetzen

- **München Riem:** ökologisches Konzept für Stadterweiterung u.a. Planung der Aufbereitung von Niederschlagswasser zu Brauchwasser
- **Stendal Umland:** Idee einer Stoffstromtrennung (Grauwasser in Pflanzenkläranlage, Schwarzwasserbehandlung in Biogasanlage).
- **Margarethenhöhe:** dezentrale Abwasserbehandlung mit einer Membranbelebungsanlage

Tabelle 1 stellt die Treiber und Hemmnisse dar, welche für die erfolgreiche Realisierung bzw. für das Scheitern der vorgestellten Beispielprojekte innovativer Infrastruktursysteme wesentlichen waren.

Tabelle 1: Übersicht über die ausgewählten Fallbeispiele und deren wesentliche Treiber und Hemmnisse

	Region mit überwiegend zentralen Infrastrukturen				Regionen mit überwiegend dezentralen Infrastrukturen				
	Grüne 9	Klärwerk Stahnsdorf	München Riem	Bielefeld Waldquelle	Stendal Umland	Margarethenhöhe	Emscherquellhohf	AZV Leisnig	Dahler Feld
Motive/Treiber									
Gesetzl./politische Anforderungen	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft zu
Kosteneinsparungen	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft teilweise zu	trifft zu	trifft teilweise zu
Staatl. Anreizmechanismen	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft zu
Gelegenheitsfenster	trifft zu	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft zu
Technologieentwicklung	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu
Überzeugung Umwelt, Image	trifft zu	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft teilweise zu	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
Marktpotential	trifft zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft teilweise zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu
Hemmnisse									
Wirtschaftliche Nachteile	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu
politisch-rechtl. Rahmenbedingungen	trifft nicht zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu	trifft teilweise zu
Fehlendes Wissen	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu
Fehlende Überzeugung	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu
Fehlender Zwang etwas zu ändern	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft nicht zu	trifft zu	trifft nicht zu

■ trifft zu
 ■ trifft teilweise zu
 ■ trifft nicht zu

Die Auswertung der Beispielprojekte zeigt, dass es für die Realisierung dieser Beispielprojekte keine dominierenden Treiber oder Hemmnisse gibt. Lediglich die Überzeugung der Projektverantwortlichen bzw. das positive Image innovativer Abwasserinfrastrukturen im Sinne eines ‚grünen Projektes‘ traf für alle Projekte zu oder zumindest teilweise zu.

Insbesondere im Bereich der Hemmnisanalyse konnten die Beispielprojekte keinen wirklichen Erkenntnisgewinn generieren. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass nur Projekte als solche untersucht werden können, die zumindest einmal das Ziel verfolgt haben, innovative Infrastrukturlösungen einzusetzen. Projekte, in denen bspw. die Überzeugung oder das Wissen hinsichtlich der Potenziale und ggf. Vorteile innovativer Systeme im Vergleich zum konventionellen Ansatz, werden nachvollziehbarerweise gar nicht als solche wahrgenommen.

6.2 Konstellationsanalysen des Ist-Zustandes





Aufbauend auf den erstellten Analysen zu Treibern und Hemmnissen in überwiegend ländlich und in überwiegend städtisch geprägten Regionen der Bundesrepublik Deutschland stellt das folgende Kapitel die Ist-Konstellationen der Akteure und Rahmenbedingungen innerhalb der beiden Raumkategorien dar. Kapitel 5.2.1 erläutert den Ansatz der Konstellationsanalyse, der von inter3 entwickelt wurde; die Kapitel 5.2.2 und 5.2.3 beschreiben die Konstellations-Ist-Zustände der beiden Raumkategorien.

6.2.1 Methodik der Konstellationsanalyse [inter3]

Die Konstellationsanalyse wurde als Brückenkonzept für die interdisziplinäre Innovations-, Technik- und Nachhaltigkeitsforschung entwickelt, um die Integration interdisziplinärer Untersuchungsdimensionen und Wissensbestände zu erleichtern und dient zugleich als Analyseinstrument für komplexe Sachverhalte. Sie baut auf zwei konzeptionellen Kernpunkten auf [vgl. Schön et al. 2007]:

1. Die **Konstellationsanalyse berücksichtigt bei der Analyse eines Sachverhalts** die in Tabelle 2 dargestellten Elemente-Typen.

Tabelle 2: Elemente der Konstellationsanalyse

Element	Graphisches Symbol
Soziale Akteure	
natürliche Elemente	
technische Artefakte	
Zeichen-Elemente (<i>alles, was in Zahlen oder Buchstaben ausgedrückt wird, wie beispielsweise Preise oder Gesetze</i>)	

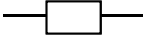
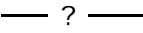
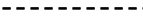
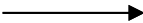
Damit kann sie alle Faktoren erfassen, die in dem jeweils untersuchten Kontext wirken. Die gleichrangige Betrachtung dieser Elemente bietet unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen Anknüpfungspunkte für ihre jeweiligen Perspektiven und Wissensbestände.

2. Die **Konstellationsanalyse analysiert und typisiert die Beziehungen** zwischen diesen Elementen (Allianzen, Widerstände, Treiber, Rückkopplungen, Konflikte etc.) und veranschaulicht das komplexe Beziehungsgeflecht in einer Kartierung des Sachverhalts. Diese Visualisierungstechnik ermöglicht eine fokussierte interdisziplinäre Diskussion von Strukturen, Funktionsprinzipien und Dynamiken innerhalb des betrachteten Beispiels.

Zunächst werden die wichtigsten Elemente eines Kontextes identifiziert, anschließend werden sie entsprechend ihrer Nähe zueinander räumlich kartiert. Dann werden ihre Beziehungen zueinander analysiert und kartiert.

Dabei gibt es die in Tabelle 3 dargestellten Elemente zur Veranschaulichung der Beziehungen.

Tabelle 3: Beziehungen in der Konstellationsanalyse

Beziehung	Graphisches Symbol
Widerstand	
Fehlende/unklare Beziehung	
Instabile Beziehung	
Gerichtete, nicht näher spezifizierte Beziehung	

In einem dritten Schritt werden die spezifischen Charakteristika und Funktionsprinzipien des betrachteten Sachverhalts herausgearbeitet (Innovationen, Formalisierungsgrad, Dominanzen, Allianzen, bzw. dynamische, statische, hemmende, treibende, fehlende Beziehungen etc.).

Die Analyse findet immer im Hinblick auf eine spezifische Fragestellung statt. Gegebenenfalls werden zwei oder mehrere Konstellationen erarbeitet, um alle Fragestellungen darzustellen.

Die Ergebnisse werden grafisch aufbereitet, um sie mit Akteuren zu besprechen und zu reflektieren.

6.2.2 Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind [IWAR]

Die folgende Konstellationsanalyse beschreibt die Rolle der innovativen Abwasserinfrastruktursysteme in Regionen, in welchen zentrale Abwasserinfrastrukturen existieren. Dies sind zumeist urbane Räume, können im Einzelnen aber auch ländlich geprägte Regionen sein.

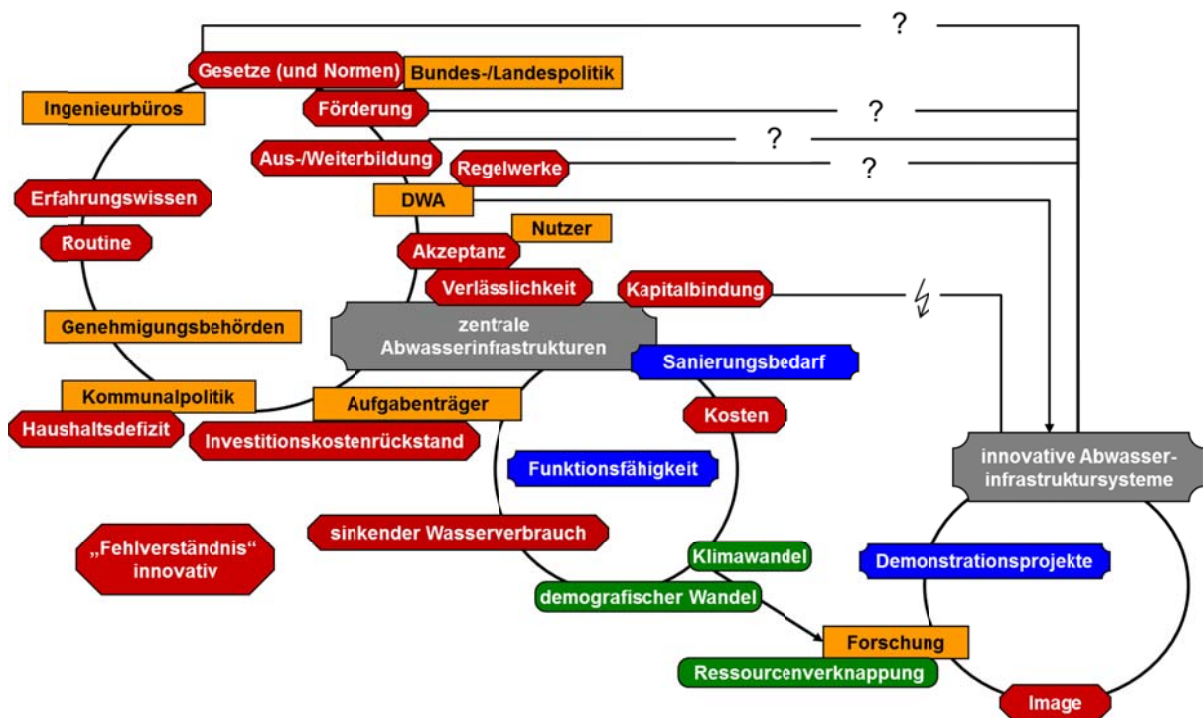


Abbildung 3: Ist-Konstellation: Rolle innovativer Abwasserinfrastruktursysteme in Räumen mit zentralen Abwasserinfrastrukturen

Im Mittelpunkt der Innovationsarena stehen die zentralen Abwasserinfrastrukturen. Sie bestehen aus der öffentlichen Kanalisation, in der das Abwasser gesammelt und abgeleitet wird, sowie aus zentralen Abwasserbehandlungsanlagen. Die zentralen Abwasserinfrastrukturen sind gekennzeichnet durch eine hohe Entsorgungssicherheit. Durch die Wahrnehmung einer hohen Verlässlichkeit besteht eine hohe Akzeptanz seitens der Nutzer, aber auch der anderen Akteure, wie die der Verwaltung oder der Politik. Der Wahrnehmung der zentralen Abwasserinfrastrukturen als verlässliches System (vgl. Kap. 6.1.2) steht gegenüber, dass langfristig die Funktionsfähigkeit in Teilen der zentralen Abwasserinfrastrukturen in Folge der aktuellen Entwicklungstrends (vgl. Kap. 4) in Frage gestellt werden kann.

Die zentralen Abwasserinfrastrukturen werden durch die Auswirkungen des demographischen Wandels beeinträchtigt. In strukturschwachen Regionen ist die Kanalisation durch sinkende Einwohnerzahlen nicht mehr ausreichend ausgelastet, so dass es teilweise zu Ablagerungen und daraus folgend zu Geruchs- und Korrosionsproblemen kommt (vgl. Kap. 4.1). Der sinkende Wasserverbrauch ist nicht nur auf die sinkende Einwohnerzahl sondern auch auf einen abnehmenden Pro-Kopf-Wasserverbrauch in Folge von Verhaltensänderungen und des Einsatzes wassersparender Haushaltsgeräte zurückzuführen (vgl. Kap. 3.4). Zur Vorbeugung und Behebung der genannten Probleme sind zusätzliche Maßnahmen notwendig, wie beispielsweise regelmäßige Kanalspülungen. Der sinkende Wasserverbrauch führt nicht nur in der Kanalisation sondern auch bei den Abwasserreinigungsanlagen durch die geringe Auslastung zu Problemen. Des Weiteren erfolgt durch die längere Verweilzeit in der Kanalisation ein stärkerer Vorabbau der organischen Inhaltsstoffe, dies bedeutet eine Ver-

schlechterung des C/N-Verhältnis für die Denitrifikation in der Kläranlage [Hillenbrand et al. 2010]. Die Auswirkungen des Klimawandels bewirken ebenfalls Probleme bei den zentralen Abwasserinfrastrukturen. Betroffen sind hierbei die Mischwasserkanalisationen, da die Kapazität bei den häufiger werdenden Starkregenereignissen vielfach nicht ausreicht und es vermehrt zu Entlastungsereignissen in den Vorfluter kommt. Der Vorfluter wird hierbei sowohl hydraulisch als auch stofflich belastet (vgl. Kapitel 4.2). Durch die Auswirkungen der beschriebenen veränderten Rahmenbedingungen nehmen die Kosten für die Abwasserbeseitigung durch den erhöhten Betriebsaufwand zu. Aufgrund des hohen Anteils der Fixkosten an den Gesamtkosten der Abwasserentsorgung (vgl. Kap. 4.2) gehen die Kosten nicht proportional zu den Abwassermengen zurück. Dies führt insgesamt zum Anstieg der einwohnerspezifischen Kosten.

Für die zentralen Abwasserinfrastrukturen besteht ein Sanierungsbedarf, durch den ebenfalls die Funktionsfähigkeit in Frage gestellt werden kann. Diesem Sanierungsbedarf konnten die Aufgabenträger in der Vergangenheit zum Teil nicht ausreichend nachkommen, so dass sich ein Investitionskostenrückstand gebildet hat (vgl. Kap. 4.4).

Die Aufgabenträger haben die Pflicht der Abwasserentsorgung und müssen somit die Funktionsfähigkeit der Abwasserinfrastruktur sicherstellen. Wichtige Entscheidungskriterien der Aufgabenträger für Maßnahmen der Infrastrukturbereitstellung sind die Kosten, der Betriebsaufwand und die Betriebssicherheit, wobei hier auch die bestehenden Erfahrungen von Bedeutung sind. Im Regelfall sind die Kommunen und Gemeinden die Aufgabenträger der Abwasserentsorgung, sofern sie die Pflicht der Abwasserentsorgung nicht an Private übertragen haben (vgl. Kap. 3.2). Dadurch sind die Kommunen für die Finanzierung von Infrastrukturmaßnahmen im Bereich Abwasser verantwortlich. Allerdings gilt für die Abwasserentsorgung das Kostendeckungsprinzip, das heißt die Finanzierung sollte vollständig über die Gebühren erfolgen. Je nach Rechtsform (vgl. Kap. 3.2) des Entsorgungsbetriebes kann sich aber trotzdem das kommunale Haushaltsdefizit negativ auswirken. 12 %¹⁹ [Leptien et al. 2010] der Abwasserentsorgungsbetriebe sind Regiebetriebe und somit direkt in den kommunalen Haushaltsplan eingebunden, weitere 38 % [Leptien et al. 2010] sind Eigenbetriebe, die zwar wirtschaftlich selbstständig sind, Verluste können aber weiterhin aus dem kommunalen Haushalt beglichen werden. Somit bleibt eine Abhängigkeit. Zudem beeinflusst die Kommunalpolitik über Satzungen die Abwasserinfrastrukturen. Die Kommunalpolitik nimmt direkt auf Maßnahmen im Bereich Wasserinfrastruktur Einfluss, wie das Beispiel des Austausches aller Asbestzementrohre in Schleswig-Holstein (vgl. Kap. 6.1.2.2) zeigt.

Die Aufgabenträger beauftragen meist Ingenieurbüros mit der Erstellung von Entwässerungskonzepten sowie mit der Planung von Kläranlagen. Das Erfahrungswissen der Ingenieurbüros erstreckt sich vor allem auf zentrale Konzepte, Kenntnisse im Bereich der innovativen Konzepte bestehen häufig noch nicht. Erfahrungswissen und Routinen bestimmen vielfach das Handeln von Ingenieurbüros, aber auch Genehmigungsbehörden und Aufgabenträgern. Bei der Planung sowie Genehmigung sind weiterhin die Anwendung von Regelwerken und Normungen von zentraler Bedeutung, da diese eine

¹⁹ bezogen auf die angeschlossene Einwohnerzahl

gewisse Rechtssicherheit bieten. Regelwerke werden beispielsweise von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) erstellt. Die DWA ist außerdem in Hinblick auf die Organisation und Durchführung von Weiterbildungsmaßnahmen wichtig. Sie hat beispielsweise den Themenband „Neuartige Sanitärsysteme“ mit Hilfe von Experten erstellt und bietet in Zusammenarbeit mit der Bauhaus-Universität Weimar seit 2008/2009 einen gleichnamigen Weiterbildungskurs an.

Die Wasserbehörden bzw. Genehmigungsbehörden bestimmen u.a. über die Festsetzung von Bewirtschaftungsplanungen und Genehmigungen die Durchführung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und haben somit Einfluss auf die Gestaltung der Abwasserinfrastruktur. Die Genehmigungen sind von der Akzeptanz innovativer Systeme, sowie der Bereitschaft zur Verantwortungsübernahme durch die Behördenmitarbeiter abhängig (vgl. Kap. 6.1.2.2), welche häufig noch nicht gegeben sind.

Die Gesetze (bzw. rechtlichen Normen) für die (zentralen) Abwasserinfrastrukturen werden durch die Bundes- und Landespolitik bestimmt. Außerdem nimmt die Bundes-/Landespolitik über die Förderung auf die Ausgestaltung der Abwasserentsorgung Einfluss. Zurzeit ist die Förderung überwiegend auf die bestehenden Systeme ausgerichtet (vgl. Kap. 6.1.2.2). Eine gezielte Förderung innovativer Abwassersysteme fehlt, dies wäre für eine stärkere Verbreitung jedoch wichtig. Der „Demografiebericht“ der Bundesregierung von 2011 [Deutscher Bundestag 2011b] zeigt, dass die Probleme zentraler Systeme bekannt sind: dort wo zentrale Systeme bestehen, sollen diese angepasst und wenn nicht möglich auch rückgebaut werden, für Neubaugebiete seien hingegen dezentrale, flexiblere Lösungen sinnvoll. In einem weiteren Bericht der Bundesregierung zur zukunftsfähigen Gestaltung der Daseinsvorsorge im demographischen Wandel werden als Handlungsansätze für den ländlichen Raum auch sektorübergreifende und integrative Lösungsansätze genannt [Deutscher Bundestag 2011a].

Innovative Abwasserinfrastruktursysteme sind bisher fast ausschließlich als Demonstrationsprojekte unter wissenschaftlicher Begleitung implementiert worden. Diese Projekte sind für die Überführung von Ergebnissen der Forschung in die Praxis wichtig. Heute werden die Demonstrationsprojekte allerdings an den entscheidenden Stellen (Genehmigung, Planung, Aufgabenträger) noch zu wenig wahrgenommen bzw. sind weitere Projekte notwendig, da es noch zu wenig Betriebserfahrungen gibt. Die Forschung wird nicht nur von den aktuellen Problemen des demographischen Wandels und des Klimawandels sondern auch von der zukünftigen Ressourcenverknappung motiviert. Für die sonstigen an Demonstrationsprojekten beteiligten Akteure (z.B. Betreiber, Kommunen oder Hersteller) ist ein häufiges Motiv für die Beteiligung das positive Image (z.B. ‚Grüne Stadt‘). Auch einige Nutzer sind aufgrund des ‚Öko‘-Images den innovativen Konzepten gegenüber aufgeschlossen. Teilweise wird das ‚Öko-Image‘ als etwas Negatives verstanden (z.B. ‚back to the roots‘). In Demonstrationsprojekten wird z.T. eng mit Herstellern dezentralen/innovativen Technologien zusammengearbeitet. Deren Motivation liegt vor allem in der Markterschließung (häufig auch im Ausland).

Ein Widerstand gegen die Implementierung innovativer Abwasserinfrastrukturen kann seitens der Entscheidungsträger in Kommunen und Ministerien durch ein Fehlverständnis des Begriffes ‚innovativ‘ in Bezug auf die Abwasserinfrastruktursysteme entstehen. Der Begriff ‚innovativ‘ wird häufig in Verbindung mit Entwicklungshilfeprojekten wie ‚ecosan‘ gebracht, bei denen der Fokus auf sehr eina-

che, robuste Technologien der Abwasserinfrastruktur liegen. Daraus wird geschlossen, dass ‚innovative‘ Abwasserinfrastrukturen Lösungen für Entwicklungsländer seien, in Deutschland die Implementierung aber einen Komfortverlust bedeuten würde.

Im Weiteren fehlen Regelwerke für innovative Abwasserinfrastruktursysteme, bzw. müssen bestehende Regelwerke angepasst werden. Die heute bestehenden Rechtsnormen stehen den innovativen Systemen im Grunde nicht entgegen. Allerdings fehlen ergänzende Regelungen wie Grenzwerte für Brauchwasser oder Anforderungen für die Verwertung von NASS-Produkten als Düngemittel. Der Verbreitung von innovativen Abwasserinfrastruktursystemen als ergänzendes Element zu den zentralen Abwasserinfrastrukturen steht aber vor allem die Kapitalbindung in den zentralen Abwasserinfrastrukturen insbesondere der Kanalisation entgegen. Diese sind für mehr als 50 Jahre ausgelegt, außerdem werden laufend Reinvestitionen getätigt. Eine vorzeitige Abschreibung dieses Kapitals ist schwer durchzusetzen. Dieser Konflikt, die fehlenden bzw. unklaren Beziehungen zwischen den innovativen Abwasserinfrastrukturen und den Regelwerken, Gesetzen, Aus- und Weiterbildungen und der Förderung, sowie das Fehlverständnis des Begriffes ‚innovativ‘ bewirken, dass innovative Abwasserinfrastrukturen bisher keine bedeutende Rolle in Regionen mit zentralen Abwasserinfrastrukturen spielen.

6.2.3 Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind [inter3]

Mit der vorliegenden Konstellationsanalyse wird der Status Quo des Innovationsgeschehens im Bereich innovativer Abwasserkonzepte im ländlichen Raum, bzw. in Räumen, in denen kein Anschluss an ein zentrales System besteht, beschrieben. Hier herrschen dezentrale Technologien mit Anlagengrößen von bis zu 50 Einwohnerwerten vor.

Zentrale Elemente für das Innovationsgeschehen sind die Hersteller der Technologien, die Aufgabenträger, private Anwender als Käufer und Nutzer der Technologien sowie die Genehmigungsbehörden als Gestalter des Technologie-Einsatzes. Hinzu kommen Zulassungs- und Normungsinstitutionen wie das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), das die Anlagen zertifiziert, Bildungseinrichtungen wie das Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung e.V. (BDZ), das für Ausbildung und Wissensvermittlung zuständig ist und die Fachbetriebe, welche die Wartung der Anlagen übernehmen.

Als zentrale Akteure für das Innovationsgeschehen sind in Räumen, die heute nicht an zentrale Wasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind in erster Linie die Hersteller der Anlagentechnologien, die Aufgabenträger (Wasserver- und Abwasserentsorgungsunternehmen) sowie private Haushalte als Käufer und Nutzer der Technologien und die Genehmigungsbehörden zu identifizieren. Dazu kommen weitere Institutionen, wie z.B. das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) für die Zertifizierung der Anlagen und das Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung e.V. (BDZ), das u.a. für die Ausbildung und Wissensvermittlung der Entscheidungsträger und Anwender zuständig ist.

Derzeit stellen in Deutschland etwa 80 Unternehmen Kleinkläranlagen her. Etwa 60 Hersteller haben ihre Kleinkläranlagen von DIBt zertifizieren lassen. Knapp 38 Unternehmen teilen sich etwa 85 % des

Marktes [BDZ 2011]. Die überwiegende Anzahl der deutschen Hersteller sind Tochterunternehmen von größeren Unternehmen, wie z.B. der Beton- oder Kunststoffindustrie oder Abwassertechnikhersteller. Diese sind spezialisiert auf die serienmäßige Herstellung von Kleinkläranlagen bis 50 EW. Die Verteilung der Anlagengröße der deutschen Hersteller schlüsselt wie in der folgenden Graphik dargestellt auf:

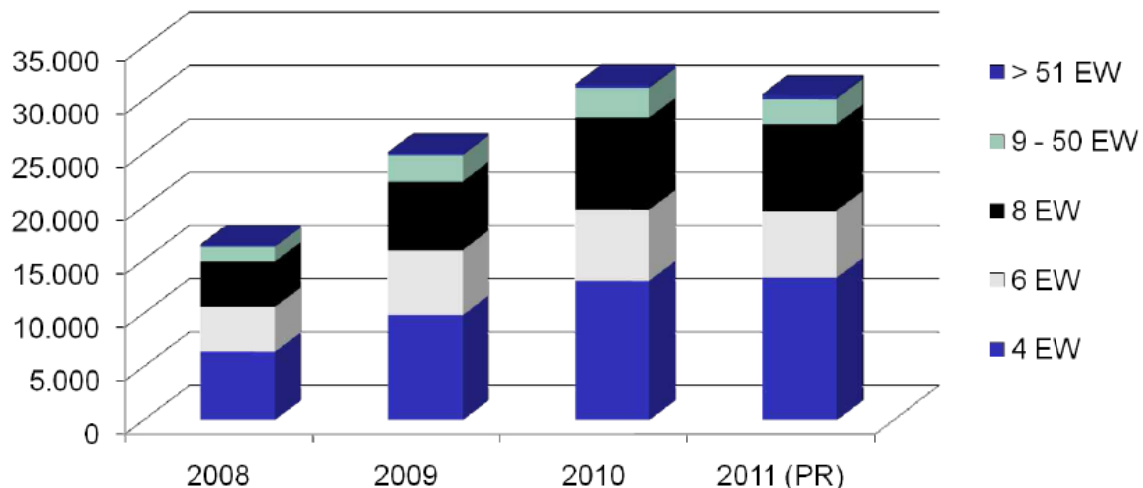


Abbildung 4: Marktüberblick – Größenverteilung der errichteten KKA [BDZ 2011]

Der Exportanteil schwankt je nach Unternehmensausrichtung zwischen 0 und 90 %. Die Kunden des Binnenmarktes sind hauptsächlich private Hausbesitzer in ländlichen Regionen, deren Bedarf an Kleinkläranlagen auf insgesamt 1,5 Mio. Anlagen und deren Absatzzahl auf jährlich rund 30.000 Anlagen geschätzt wird. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der größte Markt derzeit in den neuen Bundesländern gesehen wird, weil hier ein starker Nachholbedarf vorliegt, wie ein Experte betont:

„Wir haben in den neuen Ländern in den letzten Jahren erst einmal die wirtschaftlich zentrale Entsorgung mit größtem wasserwirtschaftlichen Effekt aufgebaut. In den nächsten Jahren wird die Entsorgung von kleineren Ortschaften wichtig, die Semi-dezentral entsorgt werden können.“

Trotz der politischen Vorgabe in den meisten Bundesländern, die vorhandenen Anlagen bis 2015 zu erneuern, gehen die dazu befragten Experten davon aus, dass der Markt im ländlichen Raum Deutschlands in naher Zukunft nicht schrumpfen wird.

Der Markt und die Technologie der Kleinkläranlagen haben sich in den letzten Jahren sehr dynamisch entwickelt. Dies macht die steigende Anzahl der DIBt Zulassungen, aber auch die steigende Vielfalt der Abwasserreinigungstechnologien deutlich. Dennoch gibt es deutliche Qualitätsunterschiede bei den einzelnen Anlagen. Das DIBt spielt in diesem Zusammenhang, mit der Zertifizierung der Anlagen, eine wichtige Rolle und hilft den Verantwortlichen und privaten Kunden bei ihrer Entscheidung. Das gilt auch wenn der Testlauf der DIBt Zulassung in den Interviews kritisiert wurde. Aber auch Bildungseinrichtungen wie z.B. das BDZ tragen mit Aus- und Fortbildungskursen erheblich zur Lösung der Hauptprobleme, nämlich dem unsachgemäßen Anlageneinbau und Betrieb der dezentralen Entsorgungssysteme, bei.

Die Kommune als weiterer Akteur ist zwar nicht direkt im Markt involviert, spielt aber für die Verbreitung und Weiterentwicklung der Kleinkläranlagentechnologie eine wichtige Rolle. Nach dem Wassergesetz eines jeweiligen Landes liegt die Pflicht der Abwasserentsorgung bei den Kommunen. Diese können von der Pflicht befreit werden, indem sie die Aufgabe auf die Grundstückseigentümer überträgt und sie somit zum Bau einer dezentralen Entsorgung verpflichtet. Dies geht allerdings nur, wenn nachgewiesen wird, dass eine zentrale Erschließung betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll ist bzw. mit der Entscheidung keine größeren Gefahren für die Natur und Umwelt zu befürchten sind. Die ökonomische Betrachtung erfolgt üblicherweise, in dem untersucht wird, wie eine zentrale Erschließung die Gebührenstruktur beeinflusst. Aber auch die Höhe der spezifischen Investitionskosten einer dezentralen Entsorgung wird berücksichtigt. So haben die Kommunen die Möglichkeit mit der Genehmigung der Abwasserbeseitigungskonzepte, die notwendige Sicherheit für die Investition in eine eigene Kleinkläranlage zu bieten. Darüber hinaus können Sie durch eine gezielte Kontrolle der Anlagen überprüfen ob diese ordnungsgemäß betrieben und gewartet werden und bei Nichterfüllung der Vorgaben intervenieren.

Dennoch fehlt heute noch die Bereitschaft der Kommunen die Verantwortung über private Kleinkläranlagen zu übernehmen, auch wenn dies einen professionellen Betrieb garantieren und zugleich technisch und ökonomisch sinnvolle grundstücksübergreifende Lösungen ermöglichen würde. Dafür sind heute meist aufwendige Einzelverträge mit den Privateigentümern notwendig, die solchen Lösungen in der Regel jedoch skeptisch gegenüber stehen.

Dezentrale Abwassertechnologien in ländlichen Regionen kommen bisher in der Regel nur dann zum Einsatz, wenn die dezentrale Entsorgung einzelner Gebiete im Abwasserbeseitigungskonzept (ABK) festgelegt ist. Obwohl die Consultants, welche die ABK erstellen, und die Aufgabenträger, welche die ABK umsetzen, den dezentralen Technologien nicht grundsätzlich ablehnend gegenüberstehen, gibt es hier Elemente, die das Innovationsgeschehen hemmen. Hemmend wirken die Handlungs-routinen der beiden genannten Akteure, vor allem aber der Consulter, die sich aus der Dominanz und der Gewohnheit im Umgang mit zentralen Ver-/Entsorgungskonzepten ergeben. Weitere Hemmnisse sind die Überkapazitäten bestehender zentraler Technologien (z.B. Kläranlagen, Kanalisation) in Folge des demographischen Wandels. Die ökonomische Tragfähigkeit und technische Funktionsfähigkeit kann in einigen Fällen aufgrund der sinkenden Anzahl angeschlossener Einwohner bzw. durch einen zu geringen Abwasseranfall nicht mehr sichergestellt werden (vgl. Kapitel 4.1). Dies bewirkt in den ländlichen Regionen Deutschlands eine verstärkte Bereitschaft der bisher vorwiegend zentral-orientierten Akteure dezentrale Anlagen insbesondere in abgelegenen Regionen einzusetzen. Demographieprognosen finden zur Berücksichtigung des tatsächlichen zukünftigen Infrastrukturbedarfes vermehrt Eingang in die ABK.

Als hinderlich erweist sich, dass es keinen einheitlichen Dezentralitätsbegriff gibt, also welche Anlagengrößen unter dem Begriff „dezentrale Anlagen“ zusammengefasst werden sollen. Die Vorstellung von dezentralen Anlagen als Lösungsoptionen „zweiter Klasse“ ist zudem noch relativ weit verbreitet. Des Weiteren präferieren Lokalpolitiker aus Prestige Gründen oder in Erwartung einer Ansiedlung von Unternehmen zentrale Abwasserkonzepte statt dezentrale Lösungen.

Unterschiedliche Vorgaben zwischen den einzelnen Bundesländern (in Folge des Föderalismus) vor allem im Bereich der Wartung und die komplexe Betriebsführung wirken sich hemmend für dezentrale Anlagen aus. Die von den Landesministerien erlassenen Landeswassergesetze sind wichtige Entscheidungsgrundlagen für die Genehmigungsbehörden. Zudem bestimmen die Landesministerien über die Gestaltung einschlägiger Förderprogramme und verwalten die EU-Fördergelder. Die derzeitige EU-Förderperiode endet 2013. Über die Gestaltung der Förderung ab 2013 können noch keine eindeutigen Aussagen getroffen werden. Dies kann das weitere Innovationsgeschehens erheblich beeinflussen.

In den Abwasserbeseitigungskonzepten kann bestimmt werden, dass in einzelnen Gebieten das Abwasser dezentral entsorgt werden soll, wenn sich zentrale Entsorgungskonzepte als unwirtschaftlich herausstellen. In diesem Fall wird die Entsorgungspflicht vom Aufgabenträger auf die betroffenen Einwohner übertragen. Diese tragen dann die alleinige Verantwortung der Abwasserentsorgung. Der Aufgabenträger ist nur noch für die Schlamm Entsorgung zuständig. Die Einwohner müssen die Investitionskosten der eigenen Kleinkläranlage übernehmen, und diese anschließend in Eigenregie betreiben. Grundstücksübergreifende Lösungen werden bisher kaum verfolgt, obwohl solche durch einen kontinuierlicheren Zufluss stabiler und deutlich kosteneffizienter betrieben werden können. Eine Ursache ist der hohe Organisationsaufwand, da der Zugang für die Kontrolle und Wartung der auf den Privatgrundstücken befindlichen Anlagen nach geltendem Recht zwischen den privaten Anwendern in Form von Einzelverträgen geregelt werden muss. Zudem müssen die Kosten für Betrieb und Wartung untereinander aufgeteilt werden. Mangelnde Organisationsstrukturen für den Betrieb von technisch und wirtschaftlich sinnvollen Gruppenlösungen wirken sich daher hemmend auf das Innovationsgeschehen aus, so dass bisher hauptsächlich Einzellösungen verfolgt werden.

Werden die Bürger mit der eigenverantwortlichen Abwasserentsorgungspflicht konfrontiert, bildet sich gegen die Pflicht der Errichtung von Kleinkläranlagen in einigen Fällen Widerstand, u.U. auch in Form von Bürgerinitiativen. Die Proteste richten sich jedoch nicht nur gegen dezentrale sondern zum Teil auch gegen zentrale Konzepte. Ursache hierfür sind in der Regel die zu erwartenden höheren Kosten für die Abwasserentsorgung bzw. ein mangelnder Wille zur Veränderung bestehender Abwasserinfrastrukturen.

Die Betriebstüchtigkeit der Anlagen müssen regelmäßig von einem qualifizierten Wartungsunternehmen (Fachbetriebe) kontrolliert werden. Mit steigender Zahl dezentraler Anlagen nimmt auch der personelle wie finanzielle Wartungs- und Kontrollaufwand zu. Für Anlagen über 50 EW schreibt der Gesetzgeber kürzere Kontrollintervalle vor. In Folge dessen wird die Verbreitung dieser Anlagengröße zugunsten kleinerer Anlagen gehemmt. So wirkt auch das Themenfeld Wartung gegenwärtig hemmend auf das Innovationsgeschehen.

7. Zielkonstellation(en) und Handlungsempfehlungen

In diesem Kapitel werden ausgehend von den Ist-Konstellationen sowie den Treiber- und Hemmnisanalysen strategische Ansatzpunkte und die Zielkonstellationen entwickelt. Die Zielkonstellationen (zentral und nicht-zentral) bilden die als notwendig erachteten Sachlagen und Akteursbeziehungen für eine stärkere Verbreitung von innovativen Abwasserinfrastruktursystemen ab. Diese Ziel-Konstellationen dienen im Weiteren als Grundlage für die Entwicklung der Handlungsempfehlungen.

7.1 Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind [IWAR]

In Regionen, in denen heute zentrale Infrastruktursysteme bestehen, wird in weiten Teilen auch in Zukunft das zentrale System eine verlässliche und kosteneffektive und somit zweckmäßige Lösung darstellen. Allerdings gibt es Teilbereiche, in denen aufgrund bestimmter Randbedingungen innovative Abwasserinfrastrukturen eine günstigere Lösung darstellen. **Ziel ist es daher, innovative Abwasserinfrastruktursysteme überall dort als ergänzende Elemente zu zentralen Abwasserinfrastrukturen zu implementieren, wo sie Vorteile gegenüber der bestehenden Lösung bieten.** Unter den derzeitigen Randbedingungen stellt eine **funktionale Kombination zentraler und innovativer Systemkomponenten ein zukunftsfähiges Wasserinfrastruktursystem** dar. Die Zielstellung sollte jedoch regelmäßig überprüft werden und bei sich ändernden Rahmenbedingungen den neuen Erfordernissen angepasst werden.

7.1.1 Strategische Ansatzpunkte und Ziel-Konstellation

Voraussetzung für die Verbreitung von innovativen Abwasserinfrastrukturen in Regionen, in denen heute zentrale Abwasserinfrastrukturen bestehen, ist eine grundsätzliche Bereitschaft aller relevanten Akteure innovative Konzepte als mögliches ergänzendes Element zu den zentralen Strukturen zu berücksichtigen. Die ergänzende Implementierung innovativer Abwasserinfrastruktursysteme sollte gleichwertig zu anderen (konventionellen/im bestehenden System erfolgende) Anpassungsmaßnahmen sein. Im Weiteren muss die Implementierung auch organisatorisch, rechtlich und ökonomisch möglich sein.

Strategische Ansatzpunkte

Heute spielen innovative Abwasserinfrastruktursysteme in Regionen, in denen zentrale Infrastrukturen bestehen keine bedeutende Rolle. Als wesentliche Ursachen hierfür wurden mit der Treiber- und Hemmnisanalyse sowie der Ist-Konstellationsanalyse folgende Ursachen identifiziert: Es besteht ein mangelndes Wissen in Bezug auf innovative Abwasserinfrastruktursysteme bei den entscheidenden Akteuren der Verwaltung, Politik, Planung und des Betriebes. So sind beispielsweise bei einigen Akteuren die Vor- und Nachteile innovativer Konzepte gegenüber traditionellen Systemen nicht bekannt. Auch Erfahrungen in der Planung, Genehmigung und Betrieb sind noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden. Zudem wird zum Teil der Begriff ‚innovativ‘ mit einem Komfortverlust in Verbindung

gebracht. Organisatorische bzw. strukturelle Rahmenbedingungen stellen weitere Probleme dar, beispielsweise wird die Planung verschiedener Infrastruktursektoren oder auch die Stadtplanung nicht aufeinander abgestimmt. Bestehende Strukturen der Verwaltung, Planung und des Betriebes sind auf zentrale Abwasserinfrastrukturen ausgerichtet und erschweren die Implementierung innovativer Konzepte. Eine weitere wichtige Ursache ist die fehlende oder unklare Einbindung von innovativen Abwasserinfrastrukturen in bestehende Regelwerke sowie in bestehende Gesetze, z.B. die Grenzwerte für Brauchwasser. Ein letztes wesentliches Problem stellt die erhebliche Kapitalbindung durch zentrale Abwasserinfrastrukturen dar, welche eine Transformation unter ökonomischen Gesichtspunkten erschwert.

Um das Ziel einer funktionalen Kombination zentraler und innovativer Systemkomponenten zu erreichen, wurden daher folgende strategische Ansatzpunkte identifiziert:

1. Sektorübergreifende Kooperation und Wissensvermittlung
2. Rechtlichen Vorgaben, Standards und Empfehlungen
3. Finanzierung

Zielkonstellationsbeschreibung

Die Abbildung 6 stellt die Ziel-Konstellation der Abwasserentsorgung in Regionen, in denen derzeit überwiegend zentrale Abwasserinfrastrukturen bestehen, dar. Dabei handelt es sich um einen idealisierten Zielzustand. Die hier dargestellten Akteure und Beziehungen sowie weitere Elemente werden als notwendig erachtet, um eine funktionale Kombination aus zentralen und innovativen Systemkomponenten zu bilden. Dieser Zielzustand soll durch die oben genannten strategischen Ansatzpunkte erreicht werden.

Die zukünftigen Abwasserinfrastrukturen werden durch eine hohe Flexibilität gekennzeichnet. Sie sind gut auf dynamische Änderungen der Rahmenbedingungen, wie beispielsweise steigende oder sinkende Einwohnerzahlen oder Auswirkungen des Klimawandels anpassbar. Dies kann beispielsweise durch die Kopplung von Infrastruktursektoren (Trinkwasserversorgung und Brauchwassergewinnung bei der Abwasserreinigung, Energiegewinnung), aber auch durch die Kopplung der Infrastrukturen mit dem Naturraum (Regenwasserbewirtschaftung, Nutzung von Naturräumen zur Wasserspeicherung) erfolgen. Flexibilität ist nicht nur durch technische Elemente realisiert, auch auf organisatorischer Ebene ist eine höhere Flexibilität gegeben. Im Weiteren hat in der Zukunft die Limitierung von Ressourcen (v.a. von Energie aber auch von Nährstoffen) eine stärkere Wirkung auf die Akteure der Abwasserwirtschaft und somit auf die Abwasserinfrastrukturen. Innovative Abwasserinfrastrukturen haben sich am deutschen Markt etabliert. Sie werden sowohl von Fachleuten als auch von der Bevölkerung (den Nutzern) als verlässliche Systeme wahrgenommen, die wie auch die zentralen Systeme ein hohes Maß an Entsorgungssicherheit und Komfort bieten. Zudem ist das ‚grüne‘ Image innovativer Abwasserinfrastrukturen weit verbreitet. Dementsprechend ist eine breite Akzeptanz gegeben.

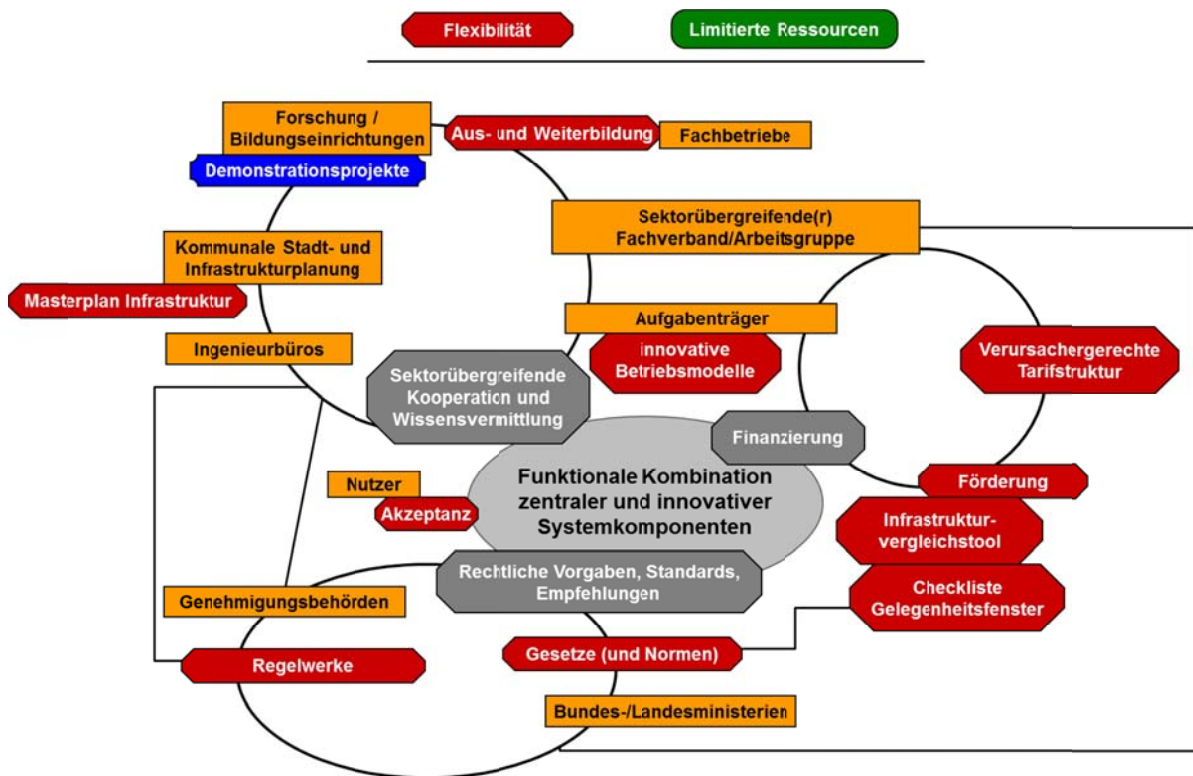


Abbildung 6: Ziel-Konstellation für Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind

Durch den ersten strategischen Ansatzpunkt ‚**sektorübergreifende Kooperation und Wissensvermittlung**‘ sollen folgende Rahmenbedingungen geschaffen werden:

Im Zielzustand erfolgt eine enge Zusammenarbeit der kommunalen Stadt- und Infrastrukturplanung. Die Stadtplanung bindet die Infrastrukturplaner in ihre Planungsprozesse frühzeitig ein. Dies ermöglicht die optimale Nutzung der Gelegenheitsfenster Stadtumbau, -erweiterung oder Neubau für die Implementierung von innovativen Infrastruktursystemen – wenn diese am jeweiligen Standort eine sinnvolle (ergänzende) Lösung darstellen. Durch die Erstellung eines Masterplans Infrastruktur können Anforderungen wie z.B. Flächen für innovative Abwasserbehandlungsanlagen oder Wasser(zwischen)speicherung berücksichtigt werden. Bei der Abwasserinfrastrukturplanung wird geprüft, ob ein Gelegenheitsfenster für die Implementierung eines innovativen Abwasserinfrastruktursystems vorliegt. Sofern dies der Fall ist, werden frühzeitig die Planer der Abfallwirtschaft, Wasserversorgung und Energiewirtschaft in die weitere Konzeptentwicklung eingebunden, um mögliche Synergien transsektoraler Konzepte zu prüfen und ggf. zu nutzen. Insbesondere findet ein regelmäßiger Informationsaustausch über die bevorstehenden Infrastrukturmaßnahmen zwischen den einzelnen Fachdisziplinen statt.

Die Forschung arbeitet eng mit der Praxis zusammen. Forschungsergebnisse werden für die Praxis aufbereitet und an die entscheidenden Schlüsselstellen (kommunalen Infrastrukturplanung, Aufgabenträger und Ingenieurbüros) kommuniziert. Dadurch werden die Ergebnisse schnell in die Praxis übertragen. Sowohl in der Forschung als auch in der Ausbildung (für Infrastruktur- und Stadtplaner)

ist die interdisziplinäre Herangehensweise fest verankert. Es sind zahlreiche Demonstrationsprojekte entstanden, deren Vorteile als Erfolg wahrgenommen werden. Auch nach Ende der Forschungstätigkeiten ist eine Weiterführung der erfolgreichen Demonstrationsprojekte gegeben. Sind Entscheidungsträger in den Kommunen und bei den Aufgabenträgern mit der Fragestellung einer ergänzenden Implementierung von innovativen Abwasserinfrastrukturen konfrontiert, können Demonstrationsprojekte besichtigt werden, welche exemplarisch Lösungsansätze für die Implementierung innovativer Abwasserinfrastrukturen aufzeigen. Es werden im Weiteren neue Projekte zur kontinuierlichen Weiterentwicklung innovativer Abwasserinfrastrukturen realisiert.

Ingenieurbüros verfügen durch Aus- und Weiterbildung das notwendige Wissen über Bemessungsgrundlagen und -regeln für innovative Konzepte sowie über Anforderungen und Wechselwirkungen von transsektoralen Konzepten. Es stehen den Ingenieurbüros bzw. den Planern entsprechende Hilfsmittel z.B. Arbeitsblätter, Beispielrechnungen oder Ergebnisse von Demonstrationsprojekten zur Verfügung, um aus der Vielzahl von möglichen Systemkomponenten für die jeweiligen spezifischen Randbedingungen das passende Konzept zu entwickeln. Dabei können technische Herausforderungen, die durch Transformationsprozesse entstehen, beherrscht werden. Für Fachbetriebe bestehen ebenfalls Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, so dass die Installation von innovativen Abwasserinfrastruktursystemen fachgerecht durchgeführt wird. Herausforderung die durch die Kopplung der Infrastruktursektoren Wasser, Abwasser und Energie entstehen, stellen keine Probleme dar.

Die Aufgabenträger kennen die Gelegenheitsfenster für die Implementierung innovativer Abwasserinfrastrukturen. Über eine Check-Liste Gelegenheitsfenster prüfen sie zunächst das mögliche Vorliegen von Gelegenheitsfenstern. Kriterien sind unter anderem die zu erwartende Bevölkerungs- und Stadtentwicklung (Demographieprognosen), der Sanierungsbedarf und die Auslastung der bestehenden Abwasserinfrastrukturen sowie ein eventueller Investitionskostenrückstand. Liegt ein Gelegenheitsfenster vor, wird über ein Infrastrukturvergleichstool (s.u.) die Möglichkeit einer Transformation der zentralen Systeme einzelner Gebiete genauer geprüft. So wird beispielsweise bei notwendigen Sanierungen zentraler Systeme die Implementierung innovativer Abwasserinfrastrukturen als Alternative zur Sanierung berücksichtigt. In der Auftragsvergabe für die Planung an Ingenieurbüros werden entsprechende Anforderungen an die Berücksichtigung innovativer Systeme definiert.

Aufgabenträger bzw. Betreiber verfügen über angepasste Betriebskonzepte, die es ihnen ermöglichen innovative Anlagen (für kleine Einheiten) zentral zu betreiben. Der zentrale Betrieb erfolgt mittels online Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR-Technik). Darüber hinaus gibt es Wartungs- und Kontrollmechanismen, die zusammen mit der Online-MSR-Technik einen sicheren Betrieb der verschiedenen Komponenten der Abwasserinfrastruktursysteme gewährleisten.

Ein sektorübergreifender Fachverband für Wasser, Abwasser, Abfall und Energie oder eine gemeinsame Arbeitsgruppe der Fachverbände der relevanten Infrastrukturbereiche (z.B. DWA, DVGW und weitere) erarbeitet und aktualisiert die technischen Regelwerke (s.u.) für innovative Abwasserinfrastruktursysteme. Dieser bietet regelmäßige Weiterbildungsmaßnahmen an und unterstützt bei der transsektoralen Kooperation beispielweise durch Praxisleitfäden für Genehmigungsbehörden und Planungsbüros.

Durch den zweiten strategischen Ansatzpunkt ‚**rechtliche Vorgaben, Standards und Empfehlungen**‘ werden folgende Rahmenbedingungen geschaffen:

Für die Planungsbüros bestehen technische Regelwerke (Merk- und Arbeitsblätter), welche Hilfestellungen bieten zu

- Datengrundlagen für die Bemessung,
- Bemessungsansätzen für die verschiedenen Verfahrensalternativen,
- Planungshinweisen (z.B. zu berücksichtigende Aspekte bei der Transformation von zentralen Systemen, Wechselwirkungen mit den bestehenden Systemen, Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Infrastruktursektoren, Identifikation von Gelegenheitsfenstern) und
- Beispielberechnungen.

Diese Regelwerke werden kontinuierlich vom sektorübergreifenden Fachverband bzw. einer Arbeitsgruppe der Fachverbände (s.o.) überarbeitet. Ergebnisse von Demonstrationsprojekten fließen in die Aktualisierungen ein.

Sowohl für die kommunale Stadt- und Infrastrukturplanung als auch für die Genehmigungsbehörden gibt es einen Praxisleitfaden, der fortlaufend weiterentwickelt wird. Im Unterschied zu den technischen Regelwerken geben diese Leitfäden organisatorische Hinweise für den Ablauf der Planung und Genehmigung von Infrastrukturprojekten.

Die rechtlichen Regelungen für innovative Abwasserinfrastrukturen sind durch die Bundes- und Landesministerien klar definiert worden. Dabei sind die Grenzwerte entsprechend der Besonderheiten von innovativen Konzepten angepasst. Bei der Stoffstromtrennung treten im Vergleich zu den konventionellen Systemen kleinere Volumenströme mit aber z.T. höheren Konzentrationen auf. Daher kann im Vergleich zu konventionellen Konzepten auch bei höheren Ablaufkonzentrationen die Schmutzfracht im Ablauf geringer sein, dies ist in der Abwasserverordnung berücksichtigt. Für die Produkte aus innovativen Abwasserinfrastrukturen (Düngemittel, Brauchwasser, Biogas) sind Qualitätskriterien definiert, welche eine Vermarktung ermöglichen.

Zwischen den Genehmigungsbehörden der Infrastrukturbereiche Wasser, Abwasser, Abfall und Energie gibt es einen regelmäßigen Austausch. Die Genehmigungsvoraussetzungen für transsektorale Konzepte sind in Gesetzen und Verordnungen klar definiert. Außerdem existieren Verwaltungsvorschriften, die den Verwaltungsvollzug weiter präzisieren und eine Hilfestellung für die Verwaltungsangestellten darstellen. Genehmigungsvoraussetzung ist, dass im Vorfeld eine Prüfung erfolgt, ob ein Gelegenheitsfenster für die Implementierung von innovativen Abwasserinfrastruktursystemen vorliegt (‚Checkliste Gelegenheitsfenster‘).

Der dritte strategische Ansatzpunkt betrifft die **Finanzierung** der funktionalen Kombination von zentralen und innovativen Systemkomponenten als wesentliche Voraussetzung für alle Maßnahmen.

Es besteht eine Förderung von Maßnahmen im Bereich der Abwasserinfrastruktur. Eine wesentliche Anforderung hierbei ist, dass vor Durchführung von Baumaßnahmen mit Hilfe eines Infrastrukturvergleichstools ein wirtschaftlicher Vergleich zwischen verschiedenen Infrastrukturmaßnahmen

durchgeführt wurde. In einem ersten Schritt werden die Gelegenheitsfenster für die Implementierung von innovativen Infrastruktursystemen geprüft, in zweiten Schritt wird das Infrastrukturvergleichstool genutzt. Außerdem werden in den Förderprogrammen Kriterien an Flexibilität und Ressourceneffizienz gestellt. Bei der Ausgestaltung der Fördermaßnahmen werden die Bundes- und Landesministerien bezüglich zweckdienlicher Anforderungskriterien von dem sektorübergreifenden Fachverband (Arbeitsgruppe) beraten. Eine Förderung besteht auch für Grundstückseigentümer, wenn beispielsweise im Bestand bei Erneuerungen von Grundstücksentwässerungsanlagen eine doppelte Leitungsführung für eine Stoffstromtrennung umgesetzt wird.

Als Entscheidungshilfe bezüglich der Auswahl von Infrastrukturmaßnahmen wird ein Infrastrukturvergleichstool verwendet. Hierbei werden in einem ersten Schritt Szenarien für die zukünftige Bevölkerungs- und Stadtentwicklung berechnet. Davon ausgehend werden die Investitions- und Betriebskosten für die Erhaltung der zentralen Abwasserinfrastruktur überschlägig ermittelt, sowie die großen Kostenblöcke identifiziert. Dabei wird berücksichtigt, dass keine Quersubventionierungen in die Berechnung mit einfließen (entweder aus anderen Bereichen der öffentlichen Daseinsvorsorge oder räumliche Quersubventionierungen). Ausgehend von der Kostenstruktur können Kostensenkungsstrategien geprüft werden. Im Rahmen dieser Kostensenkungsstrategien werden mögliche Vorteile von innovativen Abwasserinfrastrukturen ermittelt, wobei insbesondere auch Potentiale von transsektoralen Konzepten berücksichtigt werden. Die Durchführung einer solchen Kostenvergleichsrechnung ist Voraussetzung für staatliche Fördermaßnahmen.

Die Tarifstruktur ist verursachergerecht gestaltet. Dabei wirken sich ggf. Einnahmen aus der Vermarktung von Produkten wie Düngemittel, Brauchwasser und Energie positiv auf die Gebühren aus.

7.1.2 Handlungsempfehlungen

Die nachfolgend dargestellten Handlungsempfehlungen sind in die drei Strategischen Ansatzpunkte untergliedert, die die Innovationsanalyse hervorgebracht hat: (1) Sektorübergreifende Kooperation und Wissensvermittlung, (2) Rechtliche Vorgaben, Standards, Empfehlungen und (3) Finanzierung.

Mit dem strategischen Ansatzpunkt „**Sektorübergreifende Kooperation und Wissensvermittlung**“ sollen folgende Aspekte verbessert bzw. erreicht werden:

- Sensibilisierung der Aufgabenträger und Akteure aus Politik und Verwaltung für das Thema „Bedarf und Potentiale innovativer Abwasserinfrastruktursysteme“
- Vermittlung des notwendigen Wissens zu Planung, Genehmigung und Betrieb von „innovativen Abwasserinfrastrukturen“, u.a. durch Einbindung innovativer Konzepte in die Lehre und Schaffung von Fortbildungsprogrammen
- Schaffung von Strukturen zur sektorübergreifenden Kooperation

Empfehlenswerte Maßnahmen für alle drei Punkte spielen eng ineinander, so dass diese im Folgenden bezugnehmend auf alle drei Aspekte der Bewusstseinsbildung, der Wissensermittlung und der Strukturentwicklung beschrieben werden.

Informationsveranstaltungen und -materialien

Ein wichtiger Aspekt für die Implementierung von innovativen Abwasserinfrastrukturen ist, dass ein Bedarf von den entscheidenden Akteuren gesehen wird bzw. eine Akzeptanz der innovativen Systeme besteht. Die grundsätzliche Entscheidung über die Ausgestaltung der Abwasserinfrastruktur liegt bei den Aufgabenträgern bzw. Betreibern und bei den Genehmigungsbehörden. Über die Fördermaßnahmen und Gesetzgebung/Verwaltungsvorschriften hat auch die Politik Einfluss. Derzeit fehlt z.T. auf Grund von mangelndem Wissen die Akzeptanz innovativer Abwasserinfrastrukturen. Daher ist die Bereitstellung und Vermittlung von Informationen zu empfehlen. Dabei sollten die Informationen entsprechend den Zielgruppen ausgewählt und aufgearbeitet werden.

Die Aufgabenträger/Betreiber kennen die durch die Änderungen der Rahmenbedingungen verursachten Probleme im Betrieb der bestehenden Abwasserinfrastruktursysteme. Ansatzpunkt wäre daher das Aufzeigen von innovativen Abwasserinfrastrukturen als Lösungsansatz unter Hervorhebung der möglichen Vorteile wie die langfristige Kostenreduzierung und eine erhöhte Flexibilität im Umgang mit sich verändernden Rahmenbedingungen. Außerdem sollten innovative Abwasserinfrastrukturen als ein neues Tätigkeitsfeld (Betrieb, Wartung und Kontrolle) dargestellt werden, die der Arbeitsplatzsicherung und ggf. -schaffung dienen können. Es ist wichtig herauszustellen, dass innovative Abwasserinfrastruktursysteme nicht zwingend eine Aufgabenübertragung an Privatpersonen bedeutet, wie dies bei der konventionellen dezentralen Abwasserentsorgung derzeit der Fall ist. Im Weiteren ist zu empfehlen, Beispiele für eine praktische Umsetzung von innovativen Konzepten aufzuzeigen und die wirtschaftliche sowie organisatorische Durchführbarkeit solcher Projekt darzustellen (s.u. Demonstrationsprojekte). Einfache Beispielrechnungen können ebenfalls die Potentiale innovativer Abwasserinfrastrukturen verdeutlichen. Zur Informationsvermittlung sind keine neuen Institutionen notwendig, da die Aufgabenträger bereits in verschiedenen Verbänden Mitglied sind, beispielsweise in der DWA (hier v.a. auch die Kläranlagennachbarschaften), im Verband kommunaler Unternehmen oder beim Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e. V. (BDE) der privaten Entsorgungsunternehmen. Über diese Organisationen können den Aufgabenträgern die notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt werden.

Für Mitarbeiter der Genehmigungsbehörden sollten ebenfalls Informationen zusammengefasst werden. Hierbei sollte der Schwerpunkt auf die spezifischen genehmigungsrechtlichen Anforderungen bei innovativen Abwasserinfrastrukturen, eine Zusammenfassung möglicher relevanter Gesetze und Verordnungen und auf die Notwendigkeit der Zusammenarbeit/Abstimmung mit anderen Fachbereichen gelegt werden. Dies könnte über betriebsinterne Fortbildungen unter Zusammenarbeit mit der DWA erfolgen. Mittel- bis langfristig sollten jedoch die im zweiten strategischen Ansatzpunkt beschriebenen Verwaltungsvorschriften und/oder ein Praxisleitfaden erarbeitet werden. Nur mit diesen kann dem gegenwärtig bestehenden Problem der Einzelfallentscheidungen entgegen gewirkt werden: In der heutigen Praxis ist neben dem fehlenden Wissen über Vorteile und Potenziale innovativer Systeme vielfach vielmehr die Schwierigkeit gegeben, dass Entscheidungsträger in den Behörden aufgrund fehlender rechtlicher Rahmenbedingungen Genehmigungen für innovative Lösungen als Einzelfälle beurteilen und verantworten müssen, was in der Praxis zu erheblichen bürokratischen

Hürden bis hin zum Versagen von Genehmigungen für standortgerechte und funktionsfähige Lösungen führt.

Es ist zu empfehlen auch für die Nutzer Informationsmaterialien mit dem Ziel der Akzeptanz von innovativen Abwasserinfrastrukturen zu erstellen. Vor allem Bauherren (Wohnungsbaugesellschaften, private Investoren) sollten über innovative Abwasserinfrastrukturen informiert werden, so dass entsprechende Konzepte bei der Planung von neuen Wohngebieten/-gebäuden berücksichtigt werden. Hierbei kann u.a. das ‚grüne Image‘ von innovativen Abwasserinfrastrukturen genutzt werden, welches für die Bauherren später als Verkaufsargument genutzt werden kann.

Demonstrationsprojekte und Forschung

Ein wesentliches Hemmnis für die Implementierung innovativer Abwasserinfrastrukturen besteht in der mangelnden Erfahrung sowohl bei Planung und Betrieb als auch bei der Genehmigung innovativer Abwasserinfrastrukturen. Für eine weitere Verbreitung ist es daher notwendig weitere Demonstrationsprojekte in den verschiedenen Anwendungsbereichen (s.u.) zu realisieren. Dabei sollten die Projekte nicht isoliert voneinander geplant und durchgeführt werden, sondern durch einen häufigen Informations- und Erfahrungsaustausch geprägt sein. Nur dies ermöglicht es, aus den Erfahrungen anderer Projekte zeitnah zu lernen. Die Ergebnisse sollen abschließend in technischen Regelwerken sowie in Empfehlungen für die Politik zusammengeführt werden können. Es ist daher zu empfehlen einen übergeordneten Rahmen für die Demonstrationsprojekte zu schaffen.

Demonstrationsprojekte sollten nach Möglichkeit unter Beteiligung der wesentlichen Akteure (der Stadt- und Infrastrukturplanung, der Behörden und der Aufgabenträger) erfolgen. Sie sollten demnach nicht nur die rein technische Umsetzung von innovativen Abwasserinfrastrukturen umfassen, sondern bereits auf der Planungs- und Genehmigungsebene ansetzen, z.B. durch Schaffung von geeigneten Verwaltungsstrukturen zur Abstimmung der Infrastrukturmaßnahmen der verschiedenen Sektoren. Außerdem sollten möglichst verschiedene Konzepte (mit/ohne Stoffstromtrennung, mit/ohne sektorübergreifende Lösungen) umgesetzt sowie verschiedene Größenordnungen realisiert werden. Bei der Auswertung der Modellprojekte sollte darauf geachtet werden, dass diese nicht nur ‚wissenschaftlich‘ in Form von umfassenden Forschungsberichten erfolgt, sondern eine gezielte Aufarbeitung der Ergebnisse für die verschiedenen Akteure der Abwasserinfrastrukturen stattfindet.

Die Demonstrationsprojekte sollten u.a. Antworten/Lösungen für folgende Fragestellungen liefern:

- Bemessungsgrundlagen und -ansätze,
- Auswirkungen auf das Bestandssystem und Umgang mit den daraus entstehenden technischen Herausforderungen,
- Wechselwirkungen zwischen den Infrastruktursektoren (z.B. Einbindungen der Energiegewinnung durch innovative Abwassersysteme in regionale/lokale Energieversorgungskonzepte),
- Angepasste Betriebskonzepte (organisatorische und technische Lösungen zum zentralen Betrieb kleiner Einheiten/-gruppen)

- Ermittlung von Schwellenwerten (Ab wann sollten innovative Abwassersysteme als Ergänzung zu zentralen Systemen in Betracht gezogen werden?),
- Kosten (Investitions- und Betriebskosten, Auswirkungen und Berücksichtigung von Erlösen aus Produkte wie z.B. Düngemittel in der Tarifstruktur)

Aus den Ergebnissen der Demonstrationsprojekte sollten außerdem Beispielrechnungen für die Wirtschaftlichkeit der ergänzenden Implementierung von innovativen Abwasserinfrastrukturen erstellt werden. Im Weiteren können die Demonstrationsprojekte auch als Grundlage für die Entwicklung eines Infrastrukturvergleichstools (vgl. S. 73) dienen. Hilfreich wären auch exemplarische Bemessungsbeispiele zu erstellen, welche von den Ingenieurbüros bei der Planung und Auslegung als Hilfestellung dienen können.

Grundlegend sind die innovativen Abwasserinfrastrukturen technisch entwickelt, Forschungsfragen bestehen aber insbesondere noch zu Auswirkungen der Implementierung auf das Bestandssystem bzw. zum Umgang mit diesen.

Aus- und Weiterbildung

Eine weitere wichtige Empfehlung ist die Einbindung der innovativen Abwasserinfrastruktur in die Lehre. An der Bauhaus Universität Weimar existiert bereits ein Weiterbildungskurs „Neuartige Sanitärsysteme“, auch andere Universitäten bieten Wahlmodule zu ähnlichen Themen an. Diese Entwicklung sollte weiter verstärkt werden. NASS stellen nur eine mögliche Form innovativer Abwasserinfrastrukturen dar, bestehende Veranstaltungen sollten daher auf evtl. zu ergänzenden Inhalte geprüft werden. Die Arbeitsgruppe „innovative Abwasserinfrastrukturen“ (vgl. S. 66) könnte ergänzend zu den bestehenden Arbeitsschwerpunkten bzw. durch Aggregation der erarbeiteten Ergebnisse eine Empfehlung für die Inhalte solcher Lehrveranstaltungen erarbeiten, die anschließend gezielt an siedlungswasserwirtschaftliche Institute bzw. Fachbereich mit ähnlicher Ausrichtung (z.B. Umweltwissenschaften) weitergegeben werden. Falls notwendig können für die Lehrenden auch Fortbildungskurse angeboten werden, da z.B. bei einer technischen Ausrichtung Wissen über planerische Aspekte fehlen könnten.

Wichtig ist bereits in der Ausbildung das interdisziplinäre Arbeiten zu fördern, da dies für innovative Abwassersysteme eine wesentliche Voraussetzung sein kann. Dementsprechend sollten in der Lehre verstärkt auch interdisziplinäre Lehrveranstaltungen angeboten werden, Planspiele sind hier eine mögliche Lehrform.

Wesentlich ist darüber hinaus die Integration von innovativen Abwasserinfrastruktursystemen in die Ausbildung von Stadtplanern und weiterer beteiligter Fachrichtungen. Auch in den Fachbetrieben, die die Installation von innovativen Abwassersystemen vornehmen, muss ggf. zusätzliches Wissen generiert werden, deshalb ist auch hier die Aufnahme grundsätzlicher Kenntnisse über innovative Abwasserinfrastrukturen in die Aus- und Weiterbildung wichtig. Besondere Herausforderungen für die Facharbeiter entstehen vor allem bei der Kopplung von Infrastruktursektoren, z.B. durch Brauchwasserinstallation oder Integration von Abwasserinfrastrukturen in Energienetze.

Fort- und Weiterbildungsprogramme sind wichtige Elemente um das Wissen um Potenziale alternativer, ergänzender Infrastrukturkomponenten auch an bereits ausgebildete Ingenieure/Planer oder Facharbeiter weiter zu vermitteln. Problem hierbei ist oftmals der Zeitmangel oder das fehlende Interesse der Zielgruppen. Heute ist die Nachfrage nach innovativen Abwasserinfrastrukturen noch sehr gering, so dass der Wert einer Fortbildung u.U. noch nicht gesehen wird. Daher ist es wichtig zum einen innovative Abwasserinfrastrukturen in der Praxis präsenter zu gestalten. Dies wird u.a. durch die Anforderung der Anwendung der ‚Checkliste Gelegenheitsfenster‘ erfolgen. Zu Beginn sollte darüber hinaus auch eine staatliche bzw. offizielle Förderung erfolgen, z.B. durch staatliche finanzierte Fortbildungsprogramme, zusätzliche steuerliche Vorteile für Unternehmen, die ihre Mitarbeiter in diesem Bereich fortbilden lassen oder Anerkennung als Fortbildungspunkte der Ingenieur- und Architektenkammern.

Arbeitsgruppen

Die Bildung einer gemeinsamen Arbeitsgruppe der relevanten Fachverbände der Bereiche Abwasser, Wasser, Abfall und Energie, oder (kurzfristig) die Bildung einer Arbeitsgruppe ‚Innovative Abwassersysteme‘ z.B. innerhalb der DWA in enger Zusammenarbeit mit Experten der Wasserversorgung, Abfallwirtschaft und Energiewirtschaft, ist zu empfehlen. Innerhalb der DWA existiert bereits der Fachausschuss „Neuartige Sanitärsysteme“, der für diesen Zweck fachlich sicherlich eine gute Grundlage bilden kann. Diese Arbeitsgruppe erarbeitet derzeit bereits technische Regelwerke für NASS, bzw. hat die bestehenden Regelwerke auf die Notwendigkeit einer Anpassung zur Integration von NASS geprüft. Im Weiteren kann diese Arbeitsgruppe die Informationsmaterialien zu innovativen Abwasserinfrastruktur für die verschiedenen anzusprechenden Zielgruppen (vgl. S. 63f.) zusammenstellen und Fortbildungen für Ingenieure, Stadt- und Infrastrukturplaner anbieten oder organisieren. Darüber hinaus könnte sie bei der Ausgestaltung von Förderprogrammen sowie ggf. bei der Anpassung der Gesetzgebung beratend tätig sein.

Um auf Verwaltungsebene die innovativen Abwasserinfrastrukturen zu fördern, ist die Gründung eines Ausschusses „Innovative Abwasserstrukturen“ oder eines vergleichbaren fachlichen Gremiums in der LAWA-Arbeitsgruppe zu empfehlen. Dieser Ausschuss könnte die derzeitigen Strukturen des Verwaltungsvollzuges auf Probleme bezüglich der Genehmigung von innovativen Abwasserinfrastrukturen prüfen und Anpassungsvorschläge entwickeln. Die Mitglieder dieses Beratungsgremiums müssen über das entsprechende Fachwissen²⁰ über innovative Abwasserinfrastrukturen verfügen; eine Zusammenarbeit mit der DWA ist dafür zu prüfen. Um den fachübergreifenden Austausch zu sichern und interdisziplinäre Abhängigkeiten berücksichtigen zu können, sollte das LAWA-Gremium mit den Bund/-Länderarbeitsgemeinschaften für Abfall zusammen arbeiten.

²⁰ Was sind innovative Abwasserinfrastrukturen und welche Besonderheiten weisen sie in Vergleich zu konventionellen Abwasserinfrastrukturen auf.

Abstimmung zwischen Raum- und Infrastrukturplanung – Masterplan (technische) Infrastruktur

Es ist zu empfehlen einen Masterplan (technische) Infrastruktur zu erarbeiten. Beispiele wie der Stadtentwicklungsplan (StEP) für Ver- und Entsorgung in Berlin, welcher nach der Wiedervereinigung entwickelt wurde, stellen bisher die Ausnahme dar. Der StEP für Ver- und Entsorgung in Berlin dient der Abstimmung der Ziele und Inhalte der Fachplanung mit denen der räumlichen Stadtentwicklungsplanung. Er ist eine Leitlinie für die beteiligten Akteure für ein koordiniertes Planen und Handeln und hat Empfehlungscharakter. Basis für eine gemeinsame Entwicklung von Lösungsvorschlägen, die fachübergreifende Abstimmung und Umsetzung sind die grundlegenden Kenntnisse über die verschiedenen bestehenden Ver- und Entsorgungssysteme. Das Beispiel Berlin umfasst die Sektoren Energie (Strom-, Gas- und Wärmeversorgung) und Wasser (Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Regenwasserbehandlung). [Moss 2011]

Erfolgt eine Erweiterung um den Sektor Abfallentsorgung, könnte ein solcher Stadtentwicklungsplan eine geeignete Grundlage für die Implementierung innovativer Abwasserinfrastrukturen darstellen.

Vom Verband der kommunalen Unternehmen (VKU) wurde bereits zusammen mit der Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW) ein gemeinsamer Fachausschuss Stadtentwicklung eingerichtet, in dem kommunale Unternehmen, Wissenschaftler, Politiker und Vertreter der Wirtschaft zusammenarbeiten. Schwerpunkt dieses Fachausschusses ist die Erarbeitung einer Schnittstellenfunktion zwischen technischen Energie-, Abwasser- und Wasserversorgungskonzepten und der Stadtentwicklung [VKU 2012]. Die Schnittstellen sind zur Erarbeitung eines Masterplans (technische) Infrastruktur notwendig, daher könnte in diesen Fachausschuss Informationen über innovative Abwasserinfrastrukturen eingebracht werden, um entsprechende Voraussetzungen zu schaffen.

Ver- und Entsorgungsunternehmen besitzen häufig bereits räumlich ausdifferenzierte Daten über Wasserverfügbarkeit und -nutzung, welche besonders für Regionen mit überbeanspruchten Wasserressourcen für die Raumplanung wichtig sind. Diese Daten bzw. Infrastrukturaspekte sollten daher zukünftig der Regional- und in die kommunale Bauleitplanung integriert werden, um kosten- und ressourceneffiziente Möglichkeiten von Infrastrukturen ermitteln zu können [Moss 2011]. Gleiches gilt für Daten über den Sanierungsbedarf von Abwasserinfrastrukturen.

Mit dem strategischen Ansatzpunkt „**Rechtliche Vorgaben, Standards, Empfehlungen**“ sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Klare rechtliche Einordnung innovativer Abwasserinfrastrukturen
- Rechtssicherheit für alle Akteure
- Vereinfachung der Planung und Genehmigung innovativer Abwasserinfrastrukturen

Anpassung der technischen Regelwerke

Wie bereits im Punkt „Informationsveranstaltungen und -materialien“ ausgeführt, stellen die rechtlichen Rahmenbedingungen eine nicht unerhebliche Herausforderung in der Genehmigung innovati-

ver Abwasserinfrastruktursysteme dar. Um eine stärkere Verbreitung innovativer Abwasserinfrastrukturen als ergänzendes Element zu den zentralen Systemen zu realisieren, ist die Einbindung innovativer Lösungen in die bestehenden technischen Regelwerke von großer Bedeutung. Auf Basis dieser führen Kommunen und Ingenieurbüros Planungen von abwassertechnischen Maßnahmen durch; deren Beachtung liefert die Rechtssicherheit für den Planer ebenso wie für die Genehmigungsbehörden.

Für NASS, einem möglichen Element von innovativen Abwasserinfrastrukturen, wurde bereits eine Übersicht der zu überarbeitenden DWA-Arbeits- und Merkblätter erstellt, wobei zunächst die strategisch wichtigen Arbeitsblätter identifiziert wurden. Aufgrund der Vielzahl von Regelwerken ist es nicht möglich alle zu aktualisieren, zum Teil aber auch nicht erforderlich. Von der DWA-Arbeitsgruppe wird daher empfohlen, mittelfristig die strategisch wichtigen Arbeits- und Merkblätter zu überarbeiten und langfristig alle technisch relevanten Arbeits- und Merkblätter [vgl. DWA 2008b]. Diese Vorgehensweise ist sinnvoll und sollte verallgemeinert auf innovative Abwasserinfrastrukturen im Sinne dieses Projektes übertragen werden.

Eine wesentliche Grundlage für die Anpassung der technischen Regelwerke sind die Ergebnisse aus Demonstrationsprojekten. Daher sollte ein enger Kontakt zwischen den Demonstrationsprojektbeteiligten und der Arbeitsgruppe bestehen, welche die technischen Regelwerke anpasst bzw. erarbeitet. In der Regel ist dies durch die Beteiligung der Experten aus Praxis und Forschung an den DWA-Arbeitsgruppen gewährleistet.

Anpassung der Gesetze und Verordnungen

Auch wenn die bestehende Gesetzgebung der Implementierung innovativer Abwasserinfrastrukturen nicht grundsätzlich entgegensteht, so erschwert die teilweise nicht eindeutige Struktur bzw. Zuordnung bzw. das Fehlen verschiedener Standards die Umsetzung. Es ist daher zu empfehlen, eine klare rechtliche Einordnung innovativer Abwasserinfrastrukturen zu schaffen. Insbesondere bei transsektoralen Konzepten sind verschiedene Rechtsbereiche zu beachten. Auch wenn in der Vergangenheit der Versuch der Schaffung eines Umweltgesetzbuches gescheitert ist, so wäre dieser Ansatz langfristig dennoch sinnvoll. Eine integrierte Gesetzgebung, d.h. die Einbeziehung aller Umweltgüter im Gegensatz zum Schutz einzelner Umweltbereiche, wäre eine gute Voraussetzung für die Genehmigung innovativer Abwasserinfrastrukturen. Mittelfristig sollten die Gesetze im Bereich der Abfall- und Abwasserbehandlung besser aufeinander abgestimmt werden, so dass beispielsweise für die Entscheidung einer möglichen Mitbehandlung von biologischen Abfällen in abwassertechnischen Anlagen nicht mehr die Erschwernis des Genehmigungsprozess ein Gegenargument darstellt. Hier ist zu prüfen, welche höheren Anforderungen z.B. an den Emissionsschutz bei der Mitbehandlung von Abfällen zum Schutz der Umwelt notwendig sind und in welchem Umfang Vereinfachungen getroffen werden können.

Im Weiteren sollte eine Anpassung des EEG geprüft werden. Klärgas wird zurzeit schlechter vergütet als Biogas aus der Vergärung von Bioabfällen. Eine Vereinheitlichung der Förderung bzw. Vergütung würde die Wirtschaftlichkeit von transsektoralen Konzepten verbessern.

Anpassungsbedarf besteht außerdem für die Abwasserverordnung, welche die Grenzwerte für die Einleitung in Gewässer definiert. Hier werden maximale Konzentrationen in Abhängigkeit der Ausbaugröße von Kläranlagen festgelegt. Im Gegensatz zu konventionellen Abwasserinfrastrukturen werden bei innovativen Lösungen u.U. höher konzentrierte Abwasserströme abgeleitet und behandelt. Auch bei höherer Ablaufkonzentration kann die eingeleitete Schmutzfracht im Vergleich zu konventionellen Lösungen geringer sein. Die Einhaltung der gleichen Ablaufkonzentrationen kann ggf. wirtschaftlich schwierig und ökologisch nicht notwendig sein. Daher wäre zu prüfen, ob Grenzwerte in Form von Frachten definiert oder eventuell immissionsbezogen ausgerichtet werden sollten. Bei der Definition von Grenzwerten als Fracht muss zusätzlich eine Bezugsgröße z.B. Ausbaugröße oder angeschlossene Einwohner definiert werden, um die Vergleichbarkeit sicher zu stellen.

Wesentlich für die Rechtssicherheit verschiedener Akteure (der Planung und Genehmigung) ist die Definition von verbindlichen Qualitätsstandards für die Produkte von innovativen Abwasserinfrastrukturen. Insbesondere sollten Produkte aus NASS, welche als Düngemittel genutzt werden können, in die Düngemittelverordnung aufgenommen werden. Zurzeit ist die Verwendung nur über Ausnahmeregelungen möglich; dies erschwert die Vermarktung solcher Produkte. Auch für das ggf. erzeugte Brauchwasser sollten Grenzwerte definiert werden, z.B. in Abhängigkeit von verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten (Toilettenspülung, Bewässerung, Straßenreinigung ...). In anderen Ländern existieren bereits Grenzwerte, die unter epidemiologischen und ökonomischen Aspekten auf ihre Anwendbarkeit in Deutschland geprüft und entsprechend angepasst werden könnten. Neben den Grenzwerten müssten auch Kontrollmechanismen für die Brauchwasserqualität gesetzlich geregelt werden.

Innovative Abwasserinfrastrukturen können zu einer größeren Anzahl kleiner Anlagen innerhalb des Zuständigkeitsbereiches einer Unteren Wasserbehörden führen und somit einen erhöhten Kontrollaufwand bedingen. Um diesen sowohl finanziell als auch personell beherrschen zu können, werden die in Kap. 7.2.2.2 näher beschriebenen digitalen Wartungsprotokolle bzw. die Fernüberwachung empfohlen. Diese können in die entsprechenden Verordnungen zur Überwachung von Kläranlagen aufgenommen werden.

Darüber hinaus ist die Verankerung der Gelegenheitsfenster in der Gesetzgebung bei der Planung und Genehmigung abwassertechnischer Infrastrukturmaßnahmen von großer Bedeutung. Eine empfehlenswerte Vorgehensweise ist die Erstellung einer ‚Checkliste Gelegenheitsfenster‘ (vgl. S. 73) in der Kriterien für Möglichkeiten einer Implementierung innovativer Systeme abgefragt werden. Ein Beispiel wäre ein Bevölkerungsrückgang über einen zu definierenden Schwellenwert. Werden in einem Gebiet Infrastrukturmaßnahmen geplant, sollte die Prüfung des Vorliegens eines Gelegenheitsfensters mit Hilfe dieser Checkliste Genehmigungsvoraussetzung sein. Unabhängig davon, ob eine konventionelle Maßnahme oder eine innovative Lösung beantragt wird, sollte diese Checkliste Teil der Antragsunterlagen sein. Würde die Auswertung der Checkliste ergeben, dass ein Gelegenheitsfenster vorliegt, sollte die Behörde die Nutzung des Infrastrukturvergleichstools für eine detailliertere Betrachtung empfehlen. Als mittelfristige Handlungsempfehlung sollte die Anwendung des Infrastrukturvergleichstool jedoch zunächst auf freiwilliger Basis erfolgen, um die Auseinandersetzung mit

dem Thema zu fördern. Langfristig ist sie als Voraussetzung einer finanziellen Förderung oder sogar als Teil eines Genehmigungsverfahrens (vgl. S. 73) zu empfehlen.

Eine weitere Handlungsempfehlung ist die Schaffung einer Verwaltungsvorschrift für die Genehmigungsbehörden, welche den Verwaltungsvollzug in Bezug auf die Genehmigung von innovativen Abwasserinfrastrukturen präzisiert. Diese stellt somit eine erste Maßnahme dar, um das im ersten strategischen Ansatzpunkt bereits beschriebenen Problem der Einzelfallentscheidung und der damit verbundenen Verantwortlichkeit des entsprechenden Behördenmitarbeiters zu lösen. Diese Verwaltungsvorschrift könnte auch kurz- bis mittelfristig umgesetzt werden, im Gegensatz zu den eher länger dauernden Gesetzesänderungen. Mittel- bis langfristig sollten allerdings auch die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die technischen Regelwerke für innovative Abwasserinfrastrukturen angepasst werden (s.o.). Nur durch die Kombination dieser Maßnahmen entsteht die für die Akteure auf beiden Seiten des Planungs- und Genehmigungsprozesses sehr wichtige Rechtssicherheit. Inhalt der Verwaltungsvorschrift sollte ein grundlegendes Ablaufschema des Genehmigungsprozesses sein, wobei die Schnittstellen zu anderen Fachabteilungen hervorgehoben werden sollten. Es sind Bewertungskriterien zu definieren, die bei der Entscheidung über die Genehmigungsfähigkeit unterstützen (z.B. Richtwerte für die Brauchwasserqualität). In diesem Zusammenhang sollte auch die ‚Checkliste Gelegenheitsfenster‘ integriert werden. Die Verwaltungsvorschrift sollte auch die Pflicht einer genauen Prüfung von innovativen Abwasserinfrastrukturen als mögliche Alternative enthalten bzw. im Falle einer Genehmigungsversagung eine detaillierte Beschreibung der Gründe fordern. Es ist zu empfehlen, dass bei der Entwicklung der Verwaltungsvorschrift mit Mitarbeitern zusammengearbeitet wird, die anschließend diese Verwaltungsvorschrift anwenden sollen, um diese realitätsnah und praktikabel zu gestalten. Für die Entwicklung einer möglichst bundesweit einheitlichen Verwaltungsvorschrift wäre zudem die Erarbeitung durch eine Arbeitsgruppe der LAWA zu empfehlen (vgl. S. 66), fachlich unterstützt durch die Arbeitsgruppe „Innovative Abwasserinfrastrukturen“ der DWA.

Entwicklung eines Praxisleitfadens „Genehmigung innovativer Abwasserinfrastrukturen“

Ergänzend zu der oben erläuterten Verwaltungsvorschrift ist die Erstellung eines Praxisleitfadens „Genehmigung innovativer Abwasserinfrastrukturen“ zu empfehlen. Dieser kann von den Behördenmitarbeitern und für Planende als Leitfaden für den Genehmigungsprozess genutzt werden. Inhalt eines solchen Praxisleitfadens sollte zunächst eine grundlegende Erläuterung innovativer Abwasserinfrastrukturen und deren Besonderheiten aus genehmigungsrechtlicher Sicht sein.

Im Weiteren sollte der Leitfaden Empfehlungen für Kommunikationsstrukturen zwischen den relevanten Behörden enthalten. Die Schaffung entsprechender Strukturen zur transsektoralen Kommunikation ist für die Abstimmung von Infrastrukturmaßnahmen zwischen den unterschiedlichen Fachbereichen aber auch für die Identifikation von Gelegenheitsfenstern für innovative Abwassersysteme

wichtig. Beispielsweise wäre eine wöchentliche Sitzung von Vertretern der wesentlichen Behörden eine mögliche Variante.²¹

Hilfreich können auch weitere Hinweise zum Ablaufschema für die Prüfung und Genehmigung innovativer Abwasserinfrastrukturkonzepte, welches die Verwaltungsvorschrift definiert wurde. In diesem Zusammenhang können auch die zu beachtenden Rechtsvorschriften aufgelistet werden, in einer Weise aufbereitet, dass die relevanten Gesetze/ Verordnungen aber auch technischen Regelwerke einfach gefunden werden. Element des Praxisleitfadens sollte darüber hinaus die Check-Liste „Gelegenheitsfenster“ mit weiteren Informationen zu den Schwellenwerten sein.

Ein analoger Praxisleitfaden mit Informationen zu den Gelegenheitsfenstern, rechtlichen Vorschriften, technischen Regelwerken und Ablaufschema für den Planungsprozess sollte auch für die kommunale Stadt- und Infrastrukturplanung erarbeitet werden. Wie auch bei der Verwaltungsvorschrift ist für die Erstellung der Praxisleitfäden die Zusammenarbeit mit den späteren Anwendergruppen zu empfehlen. Dadurch kann eine höhere Akzeptanz dieser Hilfsmittel erreicht werden.

Mit dem strategischen Ansatzpunkt „**Finanzierung**“ sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Schaffung der ökonomischen Voraussetzungen für innovative Abwasserinfrastrukturen
- Ökonomische Vergleichbarkeit/Bewertung von konventionellen und innovativen Abwasserinfrastrukturen

Die Treiber- und Hemmnisanalyse bzw. die Konstellationsanalyse haben gezeigt, dass ein wesentlicher Grund für die geringe Verbreitung innovativer Abwasserinfrastrukturen die hohe Kapitalbindung durch bestehende Systeme ist. Deshalb und auch aufgrund von zunächst hohen Transformationskosten²² wird meist weiter in die bestehenden zentralen Systeme investiert, auch wenn langfristig innovative Abwasserinfrastrukturen die günstigere Lösung darstellen würden. Auch das Gelegenheitsfenster ‚Sanierungsbedarf‘ wird meist nicht genutzt, da eine objektive Vergleichsrechnung für die verschiedenen Infrastrukturmaßnahmen fehlt. Neben einer verursachergerechten Tarifstruktur wird für die oben genannten Ziele daher die Förderung in Kombination mit einem objektiven (ökonomischen) Vergleich von Infrastrukturmaßnahmen als wesentlich angesehen.

²¹ Als bereits existierendes und funktionierendes Beispiel können hier die unter Stadtbaurat Engelbert Lütke Daldrup in Leipzig etablierten ressortübergreifenden wöchentlichen Informations- und Austauschsitzen genannt werden. Die mit nur sehr geringem Aufwand und Kosten etablierten Gespräche führten laut Expertenaussage zu einer deutlichen Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen im Infrastrukturbereich agierenden Abteilungen und zu einer höheren Sensibilisierung der einzelnen Mitarbeiter für die Belange und Erfordernisse anderer Abteilungen.

²² V.a. auch durch Sonderabschreibung bei Rückbau/Außerbetriebnahme vor der kalkulierten Nutzungsdauer bei gleichzeitig notwendigen Neuinvestitionen

Förderung

Es ist zu empfehlen auch weiterhin Förderprogramme für Demonstrationsprojekte zu erhalten bzw. gezielt zu schaffen. Wie bereits im ersten strategischen Ansatzpunkt erläutert, sind diese äußerst wichtig um Erfahrungen im Bereich innovativer Abwasserinfrastrukturen in genehmigungsrechtlicher, technischer und betrieblicher Hinsicht zu genieren. Dabei sollte nicht nur eine Reihe von Einzelprojekten durchgeführt werden, auch die Koordination und Zusammenführung der einzelnen Projekte, also der wechselseitige Erfahrungs- und Wissensaustausch sollte gefördert werden (s.o.).

Heute werden Infrastrukturmaßnahmen wie Kanalsanierung oder Kläranlagenbau/-erweiterung häufig staatlich gefördert. Dies wird auf Grund der Haushaltslage vieler Kommunen und um die Entgelte weiterhin auf einem sozialverträglichen Niveau zu halten auch zukünftig notwendig sein. Insbesondere Transformationsprozesse erfordern zunächst einen hohen finanziellen Aufwand, den Kommunen und die Nutzer in der Regel nicht alleine leisten können. Daher ist auch in Zukunft eine Förderung von Infrastrukturmaßnahmen im Bereich der Abwasserentsorgung zu empfehlen. Allerdings sollte für eine Förderung neue Anforderungskriterien definiert werden: Maßnahmen für die eine Förderung beantragt werden, sollten durch einen ‚Flexibilitätscheck‘ auf ihre Anpassungsfähigkeit an dynamische Änderungen der Rahmenbedingungen geprüft werden. Hierfür sind zunächst Kriterien zur Beschreibung der Flexibilität von Infrastrukturen zu entwickeln. Auch die Ressourceneffizienz sollte ein Förderungskriterium werden, da zu erwarten ist, dass dieses Thema in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen wird. Ressourceneffizienz kann ein Vorteil innovativer Abwasserinfrastrukturen sein, lässt sich grundsätzlich aber auch durch konventionelle Infrastruktursysteme realisieren.

Als Genehmigungsvoraussetzung wurde bereits die Checkliste „Gelegenheitsfenster“ definiert (vgl. strategischer Ansatzpunkt „rechtliche Vorgaben, Empfehlungen, Standards“). Ergibt diese Checkliste, dass ein Gelegenheitsfenster vorliegt, so sollte als Voraussetzung für eine staatliche Förderung von Infrastrukturmaßnahmen die Anwendung des Infrastrukturvergleichstools (s.u.) bestimmt werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass sich die Planer bzw. Aufgabenträger bis zu einem gewissen Detailgrad mit innovativen Abwasserinfrastrukturen als Alternative auseinandersetzen und diese mit der konventionellen Lösung vergleichen. Das Ergebnis sollte jedoch zunächst nicht verpflichtend für die anschließende Durchführung von Maßnahmen und deren Förderung sein, da weitere Argumente, die mit dem Infrastrukturvergleichstool nicht bewertet werden konnten, dagegen sprechen können. Als zusätzlichen Anreiz innovative Abwasserinfrastrukturen umzusetzen wäre aber ein zusätzlicher Bonus für diese empfehlenswert.

Für Grundstücksbesitzer gibt es für die Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen ebenfalls bereits Möglichkeiten der Förderung. Im Falle der Implementierung von innovativen Abwasserinfrastrukturen mit doppelter Leitungsführung ist eine Förderung der Grundstückseigentümer eine wesentliche Voraussetzung, um Akzeptanz für diese Maßnahme zu erreichen, insbesondere wenn Änderungen im Bestand und damit auf Privatgrund bzw. im privaten Leitungsnetz geplant werden. Neben Zuschüssen sollten auch vergünstigte Kreditkonditionen geschaffen werden, vergleichbar mit denen der KfW Förderbank für energetische Gebäudesanierung.

„Checkliste Gelegenheitsfenster“

Die ‚Checkliste Gelegenheitsfenster‘ hat zum Ziel eine erste, grundlegende Abschätzung zu ermöglichen, ob innovative Abwasserinfrastrukturen in einem bestimmten Raum eine sinnvolle (ergänzende) Alternative zu einem bestehenden zentralen System darstellen können. Grundidee dieser Checkliste ist, dass die Kommunen selbst mit wenig Aufwand eine Potenzialabschätzung durchführen können, die mit entsprechend geringen Mitteln auskommt und damit keine große zusätzliche Belastung für die Kommunen darstellt. Erst wenn die Abschätzung zeigt, dass ein Gelegenheitsfenster vorliegt, sollen mit dem Infrastrukturvergleichstool verschiedene Varianten genauer verglichen werden.

Für die ‚Checkliste Gelegenheitsfenster‘ sind Kriterien zu definieren, die die dynamischen Änderungen der Rahmenbedingungen beschreiben können und gleichzeitig einfach zu erheben sind. Zum Teil können hier auch Synergieeffekte genutzt werden. Der demographische Wandel stellt nicht nur in Bezug auf die technischen sondern auch in Bezug auf die sozialen Infrastrukturen neue Herausforderungen. So werden bereits heute von vielen Kommunen Bevölkerungsprognosen erstellt, um beispielsweise den zukünftigen Pflegebedarf zu ermitteln. Diese Daten könnten auch für die zukünftige Planung abwassertechnischer Infrastrukturen verwendet werden. Weitere Daten beispielsweise zum Zustand der Kanalisation und ihrer Auslastung sind häufig bereits bei den Aufgabenträgern vorhanden.

In einem weiteren Schritt sind Schwellenwerte zu definieren, mit Hilfe derer eine Aussage getroffen werden kann wie hoch der Handlungsbedarf ist. Faktoren, die hier betrachtet werden sollten, sind solche die den Sanierungsbedarf, den demographische Wandel und den Klimawandel beschreiben.

Entwicklung eines Infrastrukturvergleichstools

Eine wesentliche Voraussetzung für die stärkere Verbreitung innovativer Abwasserinfrastrukturen (als ergänzende Komponente zum zentralen System) ist die Möglichkeit diese für einen spezifischen Anwendungsfall mit konventionellen Abwasserinfrastrukturen zu vergleichen. Da im Vergleich zum über 100 Jahre alten zentralen System wenige Erfahrungen bestehen, muss ein objektiver bzw. nachweisbarer Vorteil durch diese Alternative aufgezeigt werden, um eine grundlegende Bereitschaft bei den Akteuren (Aufgabenträgern) zu erzeugen, diese zu realisieren.

Inbesondere für Entscheidungen auf kommunaler Ebene müssen die Varianten zunächst in Hinblick auf ihre Kosten verglichen werden. Die von der LAWA erarbeitete „Leitlinie zur Durchführung der dynamischen Kostenvergleichsrechnung“ stellt ein finanzmathematisches Hilfsmittel für den Vergleich von Infrastrukturmaßnahmen im Bereich der Wasserwirtschaft dar [DWA 2012a]. Diese Kostenvergleichsrechnung ist jedoch nur bedingt zum Vergleich von konventionellen und innovativen Abwasserinfrastrukturen geeignet. Ein Problem ist hier vor allem die Voraussetzung der Nutzengleichheit. Schon bei verschiedenen konventionellen Maßnahmen ist diese nicht immer gegeben. Wenn jedoch bei innovativen Abwasserinfrastrukturen zusätzlich noch verwertbare Produkte wie Brauchwasser oder Düngemittel entstehen oder Abfall mitbehandelt wird, kann nicht mehr von Nutzengleichheit ausgegangen werden. Eine monetäre Bewertung dieser Zusatznutzen kann mithin

schwierig sein. Aus diesem Grund ist ein alleiniger Vergleich der Kosten verschiedener Abwasserinfrastrukturen nicht ausreichend.

Ein weiteres Problem entsteht durch die Vorauswahl der zu vergleichenden Alternativen, da es nicht ‚die‘ innovativen Abwasserinfrastrukturen gibt, sondern der Begriff übergeordnet für viele sehr verschiedene Systeme steht.

Für die Auswahl und den Vergleich ist daher ein mehrstufiges Vorgehen zu empfehlen. Zunächst sollte mit der bereits erläuterten ‚Checkliste Gelegenheitsfenster‘ Räume identifiziert werden, für welche die innovativen Abwassersysteme eine potentiell sinnvolle Alternativlösung darstellen. Im nächsten Schritt empfiehlt sich die Analyse der standortspezifischen Probleme und Entwicklungen, hier sollten auch andere Infrastrukturbereiche mit berücksichtigt werden. Zu überlegen wäre zudem, ob diese Analyse in Form von Szenarien für verschiedene Stadtentwicklungstrends durchgeführt werden sollten, um die zukünftige Kosten(struktur) der konventionellen, zentralen Systeme zu ermitteln. Auf dieser Basis könnten Ziele für das zukünftige Infrastruktursystem definiert werden. Anhand der entwickelten Ziele könnte dann eine Vorauswahl möglicher Systemlösungen getroffen werden.

Nachdem die zu betrachtenden Varianten identifiziert wurden, sind diese untereinander zu vergleichen. Die Kostenberechnung sollte, wie bereits erläutert, nur ein Element sein. Da für die Kosten innovativer Abwasserinfrastrukturen noch keine Richtwerte existieren, ist zu empfehlen diese durch Auswertung der Demonstrationsprojekte zu generieren. Auch Skaleneffekte bzw. Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Systemkomponenten sollten ermittelt und als Grundlage für das Infrastrukturvergleichstool aufbereitet werden. Im Weiteren muss eine methodische Vorgehensweise für den Vergleich der nicht monetär ausdrückbaren Kriterien ausgewählt bzw. entwickelt werden. Es gibt bereits Bewertungsmethoden wie beispielsweise die Nutzwertanalyse, die eine qualitative Bewertung ermöglichen. Die geeignete Bewertungsmethode sollte Kriterien wie beispielsweise Flexibilität, Ressourceneffizienz, ökologische Wirkungen definieren und in ein Bewertungsschema überführen. Günstig wäre dabei, die Schwächen der untersuchten Varianten abschließend daraufhin zu prüfen, ob diese durch Änderungen der Randbedingungen, z.B. Vergrößerung des Entwässerungsgebietes oder durch Kompensation von Skaleneffekten behoben werden können.

Bei der Entwicklung des Tools sollte darauf geachtet werden, dass Kommunen dieses Tool selbst nutzen können und es, ebenso wie der Check der Gelegenheitsfenster, mit möglichst geringem personellem und finanziellem Aufwand verbunden ist. Notwendige Grundlagen, wie z.B. Kostenstrukturen können ggf. aus Demonstrationsprojekten abgeleitet werden. Für das Infrastrukturvergleichstool kann es darüber hinaus sinnvoll sein, Systemlösungen oder eine Art Baukastensystem aus Demonstrationsprojekten zu erarbeiten, welche für bestimmte Größenbereiche und Randbedingungen „Standardlösungen“ darstellen. Dies würde die Komplexität des Auswahlprozesses erheblich reduzieren.

Folgende Aspekte sollten im Rahmen des Infrastrukturvergleichstool als Mindeststandard berücksichtigt werden:

- Kosten
- Auswirkungen auf Gebühren/ Entgelte
- Auswirkungen auf Bestandssystem

- Flexibilität
- Ressourceneffizienz

Anpassung der Tarifstruktur

Bereits heute ist die Tarifstruktur in der Diskussion, da aufgrund des Wasserverbrauchsrückgangs bei gleichzeitig hohem Fixkostenanteil die Gebühren/ Entgelte steigen. Beispielsweise wird die Einführung oder Erhöhung von Grundgebühren diskutiert, um langfristig das Kostendeckungsprinzip erfüllen zu können. Forschungsbedarf besteht noch im Bereich der hemmenden oder fördernden Auswirkungen verschiedener Tarifmodelle, sowie in Bezug auf Möglichkeiten die Wertschöpfung aus NASS-Produkten in den Tarifen zu berücksichtigen [Dockhorn et al. 2011].

Ziel sollte es sein eine verursachergerechte Tarifstruktur zu schaffen und räumliche ‚Quersubventionierungen‘²³ abzubauen, sofern dies sozialverträglich möglich ist. Bei einer detaillierteren Aufschlüsselung der Kosten und ggf. Gewinne sowie eine verursachergerechte Verteilung auf die Nutzer, können innovative Abwasserinfrastrukturen im Vergleich niedrigere Tarife ermöglichen. Die zum Teil kürzeren Nutzungsdauern innovativer Abwasserinfrastrukturen können sich zudem positiv auf die Tarifentwicklung auswirken, da Bone [2012] gezeigt hat, dass kürzere Nutzungsdauern bei gleichen Investitionskosten geringere kalkulatorische Kosten bewirken. Diese werden wiederum in der Gebührenermittlung berücksichtigt werden. Allerdings ist die Festlegung von Nutzungsdauern in den verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich [DWA 2012b], und sollte mittelfristig möglichst bundesweit einheitlich gestaltet werden.

7.2 Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind

[inter3]

7.2.1 Strategische Ansatzpunkte und Ziel-Konstellation

Um die Ziele einer höheren Akzeptanz und vermehrten Diffusion von innovativen Abwasserinfrastruktursystemen und -konzepten zu erreichen, wurden **drei strategische Ansatzpunkte** identifiziert. Diese sind:

1. Die politisch-rechtlichen Rahmen und dessen Umsetzung mit den jeweiligen politischen Akteuren, Gesetzen und Vorgaben.
2. Die Professionalisierung und Institutionalisierung des Betriebs der Anlagen.
3. Die Vermittlung von Wissen, durch Informationsangebote sowie Aus- und Fortbildung.

²³ Da in einem Einzugsgebiet in der Regel einheitliche Abwassergebühren gezahlt werden, werden außerhalb gelegene Gebiete, die über längere Transportkanäle angeschlossen sind gewissermaßen subventioniert.

Berücksichtigung finden in der Zielkonstellation nur noch professionelle Akteure. Die Bevölkerung in Form von einzelnen Individuen wird hier nicht berücksichtigt, da diese zur Stärkung innovativer Abwassersysteme keinen relevanten Betrag leisten können.

Im Folgenden ist die Zielkonstellation für die nicht an zentrale Wasserinfrastrukturen angeschlossen

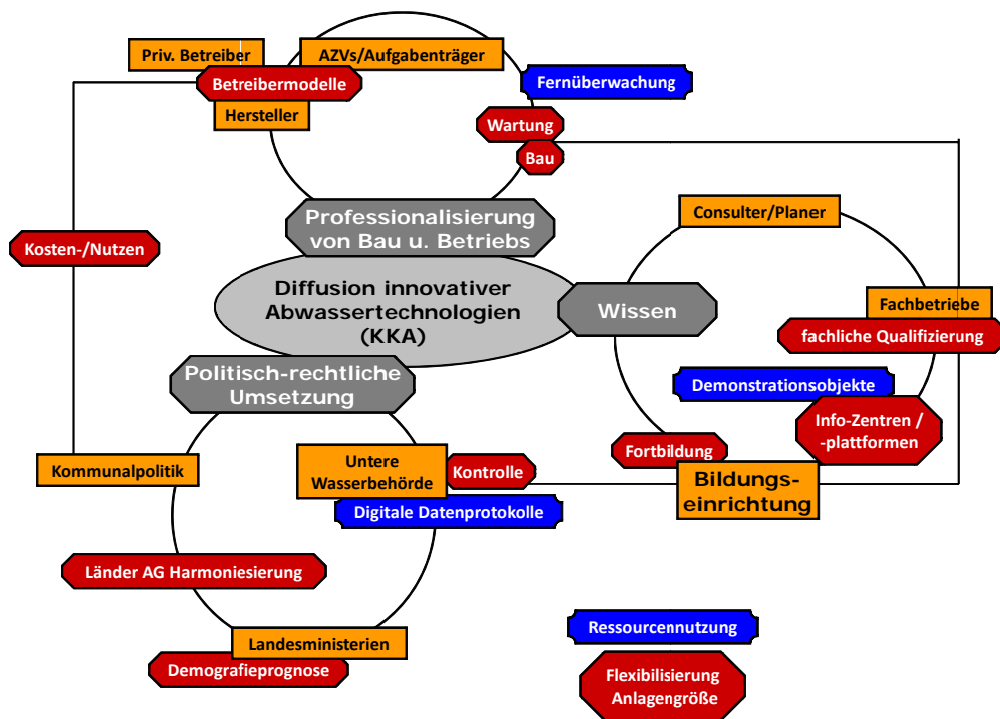


Abbildung 7: Ziel-Konstellation für nicht an zentrale Infrastruktur angeschlossene Regionen

7.2.1.1 Politisch rechtlicher Rahmen

Das Gebiet politisch-rechtlicher Regulierungen ist von hoher Relevanz, weil dessen Akteure und von ihnen ausgearbeitete Regulationen den Rahmen des Machbaren abstecken, Investitionssicherheit bieten und selbst im Fall fehlender Akzeptanz durch rechtlichen Druck und klares politisches Handeln Anschubimpulse setzen und so eine schnelle Diffusion erzwingen können.

Als zuständige Kontrollinstanz kann die Untere Wasserbehörde auf die Umsetzung der a.a.R.d.T drängen. Derzeit arbeitet Sie jedoch häufig noch nach alten Routinen, d.h. nach Arbeitsweisen, die sich aus der Entsorgung über ein zentrales System ergeben. Diese Routinen gilt es zukünftig zu durchbrechen, um innovativen Abwasserkonzepten zu mehr Nachfrage zu verhelfen. Bei einem erhöhten Aufkommen nicht zentraler Anlagen ist jedoch mit einem erheblichen Mehraufwand bei der Kontrolle der Einhaltung von Wartungsintervallen zu rechnen. Arbeitserleichterungen für die Unteren Wasserbehörden können mehr personelle und/oder finanzielle Kapazitäten sowie der Einsatz digitaler Wartungsprotokolle bringen. Bei letzteren werden die Daten aus den gesetzlich vorgeschriebenen Wartungsprotokollen in elektronischer Form direkt an die Behörde übermittelt und dort

mit EDV-Programmen verarbeitet. Diese einfach realisierbaren digitalen Wartungsprotokolle sind inzwischen in vielen Bundesländern vorgeschrieben bzw. empfohlen worden und befinden sich in der Umsetzung. Zukünftig kann sich dadurch der Kontrollaufwand bei den Behörden erheblich erleichtern.²⁴

Die Abwasserbeseitigung ist auf Landesebene in Form der Landeswassergesetze geregelt und in den Abwasserkonzepten auf lokaler Ebene umgesetzt. Die Förderelemente sowie Vorgaben und Anforderungen an Bau, Wartung, Kontrolle fallen daher zum Teil recht unterschiedlich aus. Von Seiten der Hersteller wie auch potenzieller Anwender wird daher eine Harmonisierung der Umsetzungs- und Betriebsvorgaben befürwortet. Dies betrifft auch die bereits aktuelle Frage des Ersatzes von Altanlagen zur Abwasserreinigung, speziell in den neuen Bundesländern. Vorgeschlagen wird vor diesem Hintergrund die Einrichtung einer Länder-Arbeitsgruppe, in der die zuständigen Landesministerien, Verbände und Hersteller in regelmäßigen Abständen zur Vereinheitlichung von Vorgaben zusammenarbeiten.

Die Zweckverbände und Wasserbehörden müssen zur besseren Abschätzung des zukünftigen Abwasserreinigungsbedarfs vermehrt auf Demographieprognosen zurückzugreifen um entsprechende Vorhersagen in den Abwasserbeseitigungskonzepten zu berücksichtigen. Es gilt die kontinuierliche Anwendung dieser Prognosen in den Ländern zu etablieren und zu festigen.

Die Ebene der Kommunalpolitik ist insbesondere wegen ihrer angespannten Haushaltslage maßgeblich über kostenattraktive Entsorgungs- bzw. Betreibermodelle für ein stärkeres Engagement zu gewinnen. Kosteneinsparungen bzw. Nutzungsmehrwerte speziell für die Abwasserreinigung entlegener Regionen oder Ortschaften können als Argumentationshilfe dienen, um lokalpolitische Akteure für ein stärkeres Engagement zu gewinnen. Hier können Gruppenlösungen erhebliche Effizienzpotentiale freisetzen.

7.2.1.2 Professionalisierung

Ein entscheidender strategischer Ansatz zur verstärkten Nutzung innovativer Abwasserkonzepte ist die Professionalisierung des Einbaus und Betriebs entsprechender technischer Anlagen. Werden bestimmte Regionen bzw. Ortschaften zukünftig nicht an eine zentrale Anlage angeschlossen, besteht die Möglichkeit zur Anwendung innovativer, Entsorgungslösungen mit Kleinkläranlagen. Aufgrund ihres Nischendaseins im zentral dominierten System sind die Implementierungs- bzw. Betriebsmechanismen sowie die Organisationsstrukturen bisher unzureichend ausgeprägt. Zukünftig sind jedoch zwei grundsätzliche Optionen von Aufbau und Betrieb denkbar.

1. Die Verantwortung für die Abwasserentsorgung bleibt einzig beim Aufgabenträger, d.h. i.d.R. bei den Kommunen oder bei den von der Kommune beauftragten Unternehmen. Diese müssen dann ihren Pflichten nachkommen und für die Implementierung und den Betrieb der

²⁴ Wie die generierten Daten genutzt werden und ob es dadurch tatsächlich zu einer verbesserten Kontrolle kommt liegt in der Hand der jeweiligen Verwaltung.

Anlagen Sorge tragen. Die Kosten werden nach dem Verursacherprinzip abgerechnet. Das bedeutet, jeder Bewohner zahlt die gleichen spezifischen Abwassergebühren.

2. Die Beseitigungspflicht wird bzw. wurde von der Kommune auf den Bürger übertragen. In diesem Fall beauftragt der Bürger einen Dritten als Dienstleister, welcher im Auftrag die fachgerechte Entsorgung der Abwässer garantiert. Hierfür kommen u.a. die Hersteller, private Unternehmen und Bürgervereinigungen in Frage. Die Berechnung der Abwassergebühren liegt dann im Ermessen des Betreibers.

Ungeachtet welches Konzept umgesetzt wird oder welcher Akteur letztlich die Verantwortung trägt muss sichergestellt werden, dass diese Anlagen professionell installiert und gewartet werden. Dies ist bei den genannten Optionen der Fall. Bildungseinrichtungen wie das BDZ oder die DWA bieten Unternehmen und Verbänden adäquate Qualifizierungsmöglichkeiten. Gefragt sind an dieser Stelle zusätzlich die Unteren Wasserbehörden, welche die korrekte Durchführung der Bau- und Wartungsmaßnahmen zu kontrollieren haben.

Eine Vereinfachung der Wartung und Verringerung des Wartungsaufwandes kann durch den Einsatz einer Fernüberwachung erreicht werden. Arbeiten diese Systeme zuverlässig, können sie die reibungslose Funktion der Anlagen an einen zentralen Ort anzeigen und dokumentieren und damit das Vertrauen in die Funktionsfähigkeit innovativer Anlagen bei Behörden, potenziellen Nutzern und Entscheidungsträgern stärken sowie zum vermehrten Einsatz innovativer Entsorgungslösungen beitragen. Eine funktionierende Fernüberwachung mit noch zu spezifizierenden Parametern erlaubt darüber hinaus die Verknüpfung der Wartung an die technische Notwendigkeit und eine Anhebung der 50 EW Grenze.

7.2.1.3 Vermittlung von Wissen

Der Zugang zu Fachwissen hinsichtlich Planung, Bau und Betrieb sowie der Kontrolle innovativer Anlagen ist bei den professionellen Akteuren im Abwasserbereich eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung innovativen Abwasserkonzepte und deren Etablierung als Teil des Entsorgungssystems. Aus diesem Grund stellt der Bereich Wissen und Information den dritten strategischen Ansatzpunkt dar. In diesem Feld sind von maßgeblicher Bedeutung die Consulter, Fachbetriebe und Bildungseinrichtungen.

Da Einzelanlagen relativ unkompliziert durch die Betreiber selbst installiert werden können, sind die Consulter insbesondere bei der Planung und Umsetzung von größeren, komplexen Anlagen gefragt. Es geht bei ihnen weniger darum durch Aufklärung und Information eine höhere Akzeptanz für nicht zentrale Anlagen zu erreichen, als vielmehr um das Aufbrechen alter, in den Prinzipien des zentralen Systems verhafteten Planungs- und Betriebsabläufen. Consulter sind es auch, die im Rahmen der Ausarbeitung von Betreibermodellen/Abwasserbeseitigungskonzepten Einfluss auf die Kombination innovativer Entsorgungskonzepte mit ressourceneffizienten Anwendungen (Energiegewinnung, Klärschlammverwertung etc.) nehmen können.

Die bereits erwähnte Zusammenarbeit von Fachbetrieben und Ausbildungsstätten ist für die Wissensvermittlung und Sicherung der Qualifizierung von Fachleuten gefragt. Zentrale Bildungsakteure sind

z.B. das Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung e.V. (BDZ) oder die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft (DWA), welche auch zukünftig Wissen über innovative Abwasserkonzepte und -anlagen vorhalten und Fortbildungsangebote anbieten bzw. vermitteln sollten.

Als sinnvoll erachtet wird ein Informationspaket, das gebündelt die Möglichkeiten innovativer Abwasserbehandlung, auf dem Markt erhältliche Anlagen, Förderprogramme, Kontaktmöglichkeiten zu Herstellern oder Fachbetrieben und Bildungseinrichtungen, rechtlichen Vorgaben usw. aufzeigt. Die Umsetzung kann über regionale Informationszentren erfolgen, was die Möglichkeit zum direkten Kontakt und Erfahrungsaustausch bietet. Darüber hinaus kann ein Internetauftritt, der über zahlreiche Aspekte rund um die Planung, den Bau und Betrieb sowie die Wartung und Kontrolle inklusive entsprechender Kontaktinformationen vorhält, zur Stärkung der Diffusion innovativer Technologien und Konzepte beitragen. Es ist zu empfehlen, dass eine solche Webseite von einer Bundesinstitution wie dem Umweltbundesamt oder dem Bundesumweltministerium aufgebaut und zur Verfügung gestellt wird. Da diesen Institutionen ein übergeordnetes Vertrauen entgegengebracht wird, können hier die vielen und zum Teil widersprüchlichen Aussagen richtig gestellt und veröffentlicht werden. Eine Aktualisierung sollte dann durch das gemeinsame Engagement von Landesministerien oder der vorgeschlagenen Länder-AG sowie Herstellern, Aufgabenträgern, Consultern, dem BDZ usw. erfolgen.

Ein zusätzliches Mittel der Informationsvermittlung stellen die zum Teil schon realisierten Demonstrationsanlagen dar. Diese könnten an die regionalen Infozentren angedockt sein, oder von den Herstellern, Aufgabenträgern usw. direkt betrieben werden und so den Erfahrungsaustausch unterstützen.

7.2.2 Handlungsempfehlungen

7.2.2.1 Handlungsempfehlungen– strategischer Ansatz Wissensvermittlung

Das Ziel des strategischen Ansatzes „Wissensvermittlung“ ist es, akteurspezifische Antworten für die folgenden Fragen zu erarbeiten und diese verständlich zu vermitteln:

1. Was kann getan werden, um innovative Abwassertechnologien für Regionen, die nicht an zentrale Wasserinfrastruktursysteme angeschlossen sind von ihrem Image als Anlagen „Zweiter Klasse“ zu befreien?
2. Wie kann die gegenwärtige Dominanz der zentral-orientierten bzw. wenig innovationsfreudigen Handlungsroutrinen der Akteure im Abwasserbereich durchbrochen werden?

Zielgruppen

Die zentralen Zielgruppen, die es in dem Wissensvermittlungsprozess zu erreichen gilt, sind die Anwender (z.B. Bürger, Unternehmen), die aus freien Stücken heraus oder durch gesetzliche Regelungen zu einer Änderung der bisherigen Abwasserbeseitigung gezwungen sind. Hinzu kommen die Vertreter der Abwasserverbände und der Unteren Wasserbehörden sowie ferner die Bürgermeister

und Mitarbeiter der Kommunalverwaltungen. Letztere sind von Bedeutung, da sie häufig entscheidenden Einfluss auf die Gestaltung der kommunalen Infrastruktursysteme ausüben.

Wichtig für den Erfolg der Wissensaufbereitung und (Fach-)Öffentlichkeitsarbeit ist deren zielgruppengerechte Umsetzung. Dies zeigt sich z.B. bei der viel zitierten Wirtschaftlichkeit. Gilt das Argument für den Aufgabenträger, heißt dies nicht zwingend, dass diese Lösung zugleich für den Endverbraucher oder im Sinne der gesamtgesellschaftlichen Kosten-Nutzen-Rechnung eine vertretbare Alternative darstellt.

Imagekampagne

Als erste, kurzfristig umzusetzende Maßnahme wird die Durchführung einer bundesweit angelegten Imagekampagne empfohlen. Breit aufgestellt muss sie darauf zielen, die Vorbehalte wie eine unzureichende Funktionalität und falsche Assoziationen wie z.B. mit dem für gering entwickelte Länder konzipierten Ecosan-Konzept zu entkräften und damit die kritische Distanz möglichst in Zustimmung für dezentrale Anlagen umzukehren.

Die nicht selten emotionalen Vorbehalte, die zur Ansicht von „Anlagen zweiter Klasse“ führten, müssen über eine gezielte Kommunikationsoffensive sachlich entkräftet werden. Dabei ist es wichtig, existente Befürchtungen und Einschätzungen nicht als unsinnig darzustellen, sondern sie ernst zu nehmen und sich ihnen sachlich zu stellen. Bei erfahrungsbezogenen Einwänden ist zu vermitteln, dass entsprechende Dysfunktionen keine generelle Infragestellung der Technologie rechtfertigen, sondern zumeist temporärer oder fallspezifischer Art sind und i.d.R. bei angemessenem Betrieb und gebührender Wartung nicht auftreten.

Anzudenken und aufzuzeigen wie innovative Entsorgungskonzepte und Technologien konkret aussehen können, kann helfen, vorhandene Vorurteile abzubauen und Handlungsroutinen aufbrechen. Die spezifischen Vorteile gilt es klar und fachlich korrekt zu vermitteln, mit dem Ziel, Verantwortlichen in den Planungs- und Genehmigungsinstitutionen sowie (potenziellen) Anwendern das Gefühl zu geben, dass sie mit ihrer Wahl auf wettbewerbsfähige, zuverlässige und zukunftsorientierte Technologien setzen.

Wichtig für die Imagekampagne ist eine allgemein verständliche und anschauliche Darstellungsweise, wobei Konkretisierungen, bspw. in Form von Beispielrechnungen zur Verdeutlichung von möglichen Kostenvorteilen, allgemeine Aussagen und Einzelaspekte greifbar machen. Zur besseren Erreichbarkeit von Zielgruppen, kann auf sogenannte „sachliche“ Botschafter zurückgegriffen werden, die in der jeweiligen Zielgruppe Vertrauen und Ansehen genießen oder allgemein populär sind und für den Bereich der Abwasserreinigung glaubwürdig erscheinen.

Roadshow

Es ist absehbar, dass sich die innovativen Technologien der Abwasserbeseitigung und -behandlung in naher Zukunft weiter verfeinern und ausdifferenzieren wird. Dies steigert die Unübersichtlichkeit über die auf dem Markt befindlichen Anlagen zusätzlich und erhöht zugleich Ansprüche an Mitarbeiter von z.B. Planungs- und Wartungsfirmen. Vor diesem Hintergrund wird die Konzeptionierung und

Durchführung einer ein- bis zweimal im Jahr stattfindenden Roadshow zum Thema innovative Abwassertechnologien empfohlen. Mit Hilfe eines solchen kurz- bis mittelfristig umsetzbaren Informationsformats können Interessenten ortsnah über State-of-the-Art-Technologien und Neuheiten im Anlagenbereich, bei den Förderbedingungen oder entsprechenden Verwaltungsvorschriften informiert werden. Der Vorteil einer solchen Veranstaltungsreise ist es, dass über sie zu bestimmten Zeitpunkten, an spezifischen Orten im Bundesgebiet gezielt Aufmerksamkeit für das Thema erzeugt werden kann.

Getragen werden sollte ein entsprechendes Informationskonzept von einem Ministerium oder einer dafür beauftragten Agentur, wie sie z.B. im Bereich der erneuerbaren Energien mit der „Agentur für Erneuerbare Energien“²⁵ besteht. Eine solche Agentur kann darüber hinausgehend ortsansässige Fachleute und Interessenten nicht nur allgemein informieren, sondern auch bei konkreten Projekten unterstützen oder sie schulen.

Internetplattform

Ergänzend zur zielgruppenbezogenen und ortsnahen Arbeit empfiehlt es sich eine internetbasierte Informationsplattform aufzubauen. Auf dieser könnten sich Interessenten und Nutzer je nach Bedarf zeitnah und mit unterschiedlicher fachlicher Tiefe informieren sowie im Idealfall auch an deren Weiterentwicklung partizipieren bzw. sich darüber vernetzen.

Für die Konzeption und die Bereitstellung ist ein mittelfristiger Zeithorizont zu veranschlagen. Für ein entsprechendes Internet-Informationsportal sollte sich ebenfalls eine Institution einer übergeordneten Ebene, möglichst der Bundesebene, verantwortlich zeigen. Die fachlich systematische Informationssammlung und -aufbereitung kann der (Bundes-)Institution selbst obliegen, sie kann sie aber auch delegieren.

Als sinnvoll erachtet wird, zunächst allgemeine, modular gestaltete Informationen zum Thema innovative Abwassertechnologien zu erarbeiten und diese anschließend für die unteren Ebenen aufzubereiten, mit dem Ziel, auch auf die spezifischen Bedingungen in den Regionen und Kommunen angemessene Antworten geben zu können. Für die regional-kommunale Anpassung ist die Kooperation mit Praxispartnern und Verwaltungen vor Ort zu empfehlen.

Kompetenzzentren

Der bereits erwähnten Unübersichtlichkeit auf dem Markt der innovativen Abwassertechnologien kann durch systematisch aufbereitete Wissenssammlungen und der gezielten Schulung von Mitarbeitern entgegengewirkt werden. Um entsprechende Angebote fest zu etablieren und strukturell zu sichern wird als eine mittel- bis langfristig umsetzbare Maßnahme der Aufbau eines Netzes von Informationszentren empfohlen. Als regional oder lokal verortete, feste Anlaufstellen für Anwender,

²⁵ Siehe www.unendlich-viel-energie.de/de/service/ueber-uns.html. Ein weiteres Beispiel ist der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderte BINE-Informationsservice, der den Informations- und Wissenstransfer aus der Energieforschung in die Anwendungspraxis unterstützen soll. Siehe <http://www.bine.info> (Stand: Februar 2012)

Anbieter und Interessierte tragen sie zum Wissensaustausch bei und übernehmen innerhalb des Bereichs der Abwasserbehandlung eine vernetzende Funktion.

Verzichtet werden sollte dabei auf den Aufbau neuer Strukturen, denn dies befördert die beschriebene Unübersichtlichkeit noch zusätzlich. Stattdessen gilt es, an bestehende Netzwerke anzudocken, deren Infrastrukturen zu nutzen und auf diese Weise Synergien (u.a. finanziell und zeitlich) zu ermöglichen. Eine denkbare Option des Andockens bestünde beim beruflichen Fachverband „Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.“ (DWA).

Ist ein Andocken an eine bundesweit organisierte Institution nicht möglich, kann als Alternative die Umsetzung über ortsansässige Fachleute (Büros von Verbänden, Unternehmen, etc.) herangezogen werden. Diese Option würde zwar die möglichst einheitliche Gestaltung der Infopunkte auch über die Grenzen der Bundesländern hinweg erschweren, sichert aber zugleich den persönlichen, fachlich kompetenten, und ganzjährig zu nutzenden Kontakt, weil die Fachleute als (geschulte) Ansprechpartner fungieren, die wissen, welche Entwicklungen im Abwasserbereich aktuell sind bzw. erwartet und geplant werden.

neutrale Wissensvermittlung

Die vier erläuterten Maßnahmen zielen darauf, Interessierte und Anwender bei ihrer Informationssuche und Entscheidungsfindung mittels erarbeiteter Komprimierungen bzw. Strukturierungen des vorhandenen, gegenwärtig unübersichtlichen Wissens zu unterstützen. Die Bereitstellung und Zusammenführung der Informationen hat bei allen genannten Empfehlungen das Ziel, der Nachfrageseite Handlungsanreize zu geben, sie zum aktiven Handeln zu bewegen und ihr zugleich die dafür notwendige Planungs- und Entscheidungssicherheit zu vermitteln.

Zentral ist bei den empfohlenen Handlungen, dass der Bürger bzw. Anwender nicht nur leicht an die Informationen gelangt, sondern diese zugleich möglichst neutral ausfallen. Es geht daher bei allen Maßnahmen der Wissensvermittlung im Prinzip um die unbefangene Bereitstellung von Wissen über die gesamte Bandbreite dezentraler und innovativer Abwassertechnologien. Das umfasst die Bereiche Planung, Bau, Betrieb, Wartung und Erneuerung.

Schlussendlich muss dem Bürger und weiteren Nachfragern die Entscheidung für oder gegen eine Anlage, Finanzierungsoption, Betriebskooperation o.ä. obliegen. Die Anwender müssen das Gefühl erhalten, dass die Entscheidung, die sie bewusst treffen, die richtige, zukunftsorientierte ist. Von großer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch, dass die Nutzer im Schadens-, Störungs- oder Haftungsfall nicht allein dastehen, d.h. entsprechende Konzepte der Regulation von Ausfällen und Beschädigungen entwickelt wie auch vermittelt werden.

7.2.2.2 Handlungsempfehlungen– strategischer Ansatz Professionalisierung

Die Hauptziele des strategischen Ansatzes „Professionalisierung“ sind:

1. Die Bedenken, die mit innovativen Abwassertechnologien verbunden werden (z.B. ökologischer oder hygienischer Art), durch einen professionellen Bau und Betrieb zu entkräften sowie

2. den Nutzern innovativer Anlagen die Anwendung zu erleichtern, d.h. die Nutzung einfacher und/oder preiswerter zu gestalten.

Beide Aspekte können entscheidend dazu beitragen, die Akzeptanz für innovative Abwassersysteme zu steigern und damit deren Anwendung zu erhöhen.

Qualifizierter Einbau

Ein entscheidender Beitrag zur Sicherstellung der Funktionalität innovativer Abwasserreinigungsverfahren liegt im ordnungsgemäßen Einbau der technischen Anlagen. Auf professioneller Ebene können dies entweder Hersteller oder fachlich qualifizierte Unternehmen, d.h. ein privates Unternehmen oder der Aufgabenträger leisten. Aus diesem Grund wird empfohlen, den Anlageneinbau nur noch durch die Hersteller selbst oder durch von ihnen anerkannte Fachbetriebe genehmigen zu lassen. Der Vorteil dieser Regelung liegt in der klaren Verantwortung für die sachgemäße Funktion. Sie ist dann ausschließlich beim Hersteller bzw. nachgeordnet beim jeweiligen Fachbetrieb angesiedelt. Die Hersteller oder Fachbetriebe können sich bei Störungen dann nicht auf das Argument des nicht fachgemäßen Einbaus zurückziehen und müssen sich im Schadens bzw. Störfall verantwortlich zeigen.

Für eine Übergangszeit oder wenn eine entsprechende ordnungsrechtliche Regelung abgelehnt wird, ist es denkbar, finanzielle Anreize für den professionellen Einbau zu setzen. Dies kann kurzfristig erfolgen und beispielsweise derart gestaltet sein, dass Fördergelder nur noch dann ausgezahlt werden, wenn ein fachgerechter Einbau durch Inanspruchnahme der Hersteller bzw. anerkannter Fachbetriebe garantiert wird.

Aus- und Fortbildung

Eine angemessene Qualifikation des Fachpersonals kann nur durch eine passgenaue und qualitative Aus- und Fortbildung gesichert werden. Es wird daher empfohlen, eine bedarfsbezogene Aus- und Fortbildung mit qualitätsorientierten Inhalten für den Einbau und Betrieb der Anlagen vorzuhalten. Entsprechende Ausbildungsplätze und Weiterbildungskurse können einerseits von den Herstellern direkt, andererseits aber auch von Berufsschulen bzw. den Fachverbänden wie z.B. BDZ oder DWA angeboten und begleitet werden.

Eine Intensivierung der Aus- und Weiterbildungen des Fachpersonals muss kurz bis mittelfristig erfolgen und neben dem Fachpersonal weitere Akteurs- und Entscheidergruppen, vom Planer bis zur Genehmigungs- und Überwachungsbehörde, berücksichtigen.

Professioneller Betrieb

Prinzipiell gibt es zwei Formen des Betriebs von innovativen Abwassertechnologien. Einerseits kann die Verantwortung beim Aufgabenträger, i.d.R. der Kommune, selbst liegen. Diese zeigt sich dann für den Betrieb verantwortlich oder delegiert die Aufgaben an ein Unternehmen. Die zweite Option ist, dass die Verantwortung von den Kommunen auf den Bürger übertragen wird und dieser zumeist einen externen Dienstleister (bspw. Hersteller, Unternehmen, Bürgerverein) mit dem Betrieb der technischen Anlage beauftragt. Egal auf welches der zwei Modelle zurückgegriffen wird, es muss

schlussendlich die Lösung der bisher häufig auftretenden Betriebsprobleme adressieren und einen professionellen, weitgehend störungsfreien Betrieb der Anlagen sicherstellen.

Ähnlich wie beim Einbau ist die Empfehlung auch beim Betrieb eine Professionalisierung dadurch zu erreichen, dass dieser nur von sachkundigen Akteuren begleitet und eine kontinuierliche Aus- und Fortbildung des Personals sichergestellt wird. Die Professionalisierung und die Einhaltung von kontinuierlicher Aus- und Fortbildung sind für die freien Fachbetriebe von besonderer Wichtigkeit, da sie im Auftrag von privaten Haushalten tätig sind.

Um die freien Fachbetriebe und Dienstleister zu motivieren sich dauerhaft zu professionalisieren, können verschiedene Wege bestritten werden. Beispielsweise kann ein Pool von bewährten Fachbetrieben durch den Aufgabenträger oder Hersteller zusammengestellt werden, auf den die privaten Haushalte dann zurückgreifen können. Gelingt dies nicht, so kann der Entzug von Lizenzen geprüft werden, wenn bei der Betriebskontrolle, durchgeführt z.B. durch die Unterwasserbehörde, deutliche Arbeitsmängel festgestellt werden.

Digitale Wartungsprotokolle

Auch wenn grundsätzlich davon ausgegangen werden kann, dass ein professioneller Einbau und entsprechender Betrieb von innovativen Anlagen die Störungshäufigkeit merklich verringern wird und dadurch sich voraussichtlich die Kontrollintensität verringert, bleibt die Kontrolle u.a. zur Erhöhung der Akzeptanz und der Abwehr von konkreten Schadensfällen, ein sehr wichtiges Element.

Mit Verbreitung von innovativen und dezentralen Technologien wird zwangsläufig ein zunehmender Kontrollaufwand seitens der zuständigen Behörden, d.h. den (Unteren) Wasserbehörden einhergehen. Um dem entgegenzuwirken und entsprechende Zusatzbelastungen zu verringern, wird dringend dazu geraten, deutschlandweit Wartungsprotokolle ab sofort in digitalisierter Form anzufertigen und den Kontrollinstitutionen in digitalisierter Form zur Verfügung zu stellen.

Unabhängig davon ist es anzustreben, dass die Wartungsprotokolle der Reinigungsanlagen voll automatisiert, d.h. von den Anlagen selbst aufgezeichnet und gesendet werden. Um diese Art der Überwachung, die Fernüberwachung, die online und zeitnah zentrale Parameter und Störungsmeldungen übermittelt, voranzubringen, sind erhöhte Anstrengungen im Bereich Forschung und Entwicklung und der Implementierung der Fernüberwachung von Abwasserreinigungsanlagen notwendig.

Als kurzfristig umsetzbare Übergangsmaßnahme bis zur zuverlässigen Anwendung der Fernüberwachung wird empfohlen, temporär zusätzliche finanzielle bzw. personelle Mittel für die Kontrollinstanzen (Untere Wasserbehörde oder Landesministerium) zur Verfügung zu stellen. Auf diese Weise kann die Umsetzung der bestehenden gesetzlichen Vorgaben besser und konsequenter kontrolliert werden. Dies würde den professionellen Bau und Betrieb innovativer Technologien sicherstellen und möglicherweise zu einer schnelleren Verbreitung entsprechender Anlagen führen.

Kontrolle von Hausanschlüssen

Als weitere Maßnahme zum Schutz vor ökologischen und hygienischen Risiken wird dafür plädiert, nicht nur die technischen Anlagen selbst, sondern auch die Zuleitungskanäle vom Haus zu den Anla-

gen regelmäßig in die Kontrollen mit einzubeziehen. Die häufig undichten privaten Kanalanschlüsse können zu einer erheblichen Betriebsstörung von innovativen Anlagen führen, weil sie insbesondere durch eingedrungenes Fremdwasser in ihrer Funktionsfähigkeit beeinträchtigt werden.

8. Zusammenfassung der Ergebnisse

Das gemeinsam von IWAR und inter3 bearbeitete Forschungsvorhaben „Zukunftsfähige Wasserinfrastruktursysteme für Regionen im Wandel“ hat sich drei wesentliche Ziele gesetzt (vgl. Kapitel 1):

- 1) Die Identifikation und Analyse der Innovationsarena innovativer Abwasserinfrastrukturen.
- 2) Die Analyse strategischer Ansatzpunkte (technologisch, organisatorisch, ökonomisch ökologisch und gesellschaftlich) zur Aktivierung identifizierter Innovationspotenziale.
- 3) Die Ausarbeitung spezifischer und klar adressierter Handlungsempfehlungen an verschiedene Akteure der Innovationsarena.

Für die Identifikation und Analyse der Innovationsarena waren umfassende Recherchen erforderlich, die den Status Quo der Wasser- und Abwasserinfrastruktursysteme in der BRD und deren Entwicklung darstellen (vgl. Kapitel 2), die aktuellen und zukünftigen Entwicklungsparameter, die Einfluss auf diese bestehenden Systeme haben (vgl. Kapitel 3) sowie mögliche Alternativen als Lösung für die Herausforderungen im bestehenden System, die im Kontext dieses Forschungsvorhabens als „innovative Abwasserinfrastrukturen“ bezeichnet und von anderen alternativen Lösungen abgegrenzt wurden (vgl. Kapitel 4).

Bei diesen Recherchen, Untersuchungen und Analysen wurde deutlich, dass eine Beurteilung einzelner technischer Lösungen nicht die gewünschten Ergebnisse hervorbringen würde. Daher wurde der Fokus auf den Bereich innovativer Abwasserinfrastrukturen, als eine mehr systemische Betrachtung gelegt, der die umfassenden Arbeiten der DWA zu den vielfältigen technischen Varianten alternativer Sanitärkonzepte [DWA 2008b] berücksichtigt.

Ferner wurde bei den Recherchen deutlich, dass eine Unterteilung der bestehenden Strukturen in „Systeme, die an zentrale Strukturen angeschlossen sind“ und „Systeme, die nicht an zentrale Strukturen angeschlossen sind“, erforderlich ist. Auf Basis von vorgeschalteten Treiber- und Hemmnisanalysen (vgl. Kapitel 6.1) erfolgte die in Kapitel 5 dargestellte Analyse der gegenwärtigen Innovationsarenen in den beiden Raumkategorien, anhand der von inter3 entwickelten Methode der Konstellationsanalyse. Kernfrage der Konstellationsanalysen war die derzeitige Rolle innovativer Abwasserinfrastrukturen in Räumen, die an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind (IWAR) und in Räumen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind (inter3). Die Unterschiedlichkeit der Ergebnisse (Kapitel 5.2) macht deutlich, wie wichtig die Untergliederung in die beiden Raumkategorien ist: Während in Räumen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind eine Verbreitung innovativer Lösungen (zumindest in deren Ansätzen) bereits stattgefunden hat, sind diese in Räumen mit zentralen Abwasserinfrastrukturen nur sehr punktuell und in Einzelfällen (zumeist in Demonstrationsprojekten aus Forschung und Entwicklung) zu finden.

Auf den Konstellationsanalysen des Ist-Zustandes aufbauend wurden „Strategische Ansatzpunkte“ entwickelt, die als Ausgangspunkt zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit innovativer Abwasserinfrastrukturen fungieren sollen. Umgesetzt werden diese in Form von Ziel-Konstellationen, die den

Zustand der Abwasserinfrastrukturen in der Zukunft, jeweils getrennt für Räume, die an zentrale Systeme angeschlossen sind (Kapitel 7.1.1) und solche, die es nicht sind (Kapitel 7.2.1), darstellen.

Der Bericht schließt mit einer Bandbreite unterschiedlicher Handlungsempfehlungen für die verschiedenen Akteure der Innovationsarena, wiederum unterteilt in die beiden Raumkategorien. Die Handlungsempfehlungen für Räume, die an zentrale Systeme angeschlossen sind, sind den drei Strategischen Ansatzpunkten (1) Sektorübergreifende Kooperation und Wissensvermittlung, (2) Rechtliche Vorgaben, Standards, Empfehlungen und (3) Finanzierung zugeordnet (Kapitel 7.1.2). Dabei werden sowohl kurzfristig realisierbare Maßnahmen vorgeschlagen wie die stärkere Kooperation zwischen den verschiedenen Disziplinen der Fachplanungen (was bereits in ersten Schritten durch die DWA initiiert und umgesetzt wird), mittelfristige Handlungsansätze zur Entwicklung von Vergleichsmaßstäben und Berechnungsgrundlagen aufgezeigt als auch langfristig, strategisch orientierte Empfehlungen wie die Anpassung gesetzlicher Regelungen gegeben. Für Räume, die nicht an zentrale Systeme angeschlossen sind, wurden die drei Strategischen Ansatzpunkte (1) Politisch-rechtliche Rahmenbedingungen und deren Umsetzung, (2) Professionalisierung und Institutionalisierung des Anlagenbetriebs sowie (3) Vermittlung von Wissen herausgearbeitet. Auch diesen sind Handlungsempfehlungen zugeordnet (Kapitel 7.2.2), die kurz-, mittel- und langfristige Ausrichtung haben. So gehört beispielsweise eine Imagekampagne zur Reduzierung des „ecosan“-Images alternativer Infrastrukturlösungen zu den kurzfristig umsetzbaren Empfehlungen, während der Aufbau von Kompetenzzentren, ergänzend zum Angebot und Aufgabenbereich der DWA, eher langfristigeren Empfehlungscharakter hat.

9. Literatur

- Abegglen, C., Siegrist, H. (2012): Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bericht vom Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1214
- ALEX, J. (2010): Energieeinsparung auf Kläranlagen durch Automation. In: Gesellschaft zur Förderung des Lehrstuhls für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik an der Ruhr-Universität Bochum (Hrsg.), Zukunftsthema Energie: Die Siedlungswasserwirtschaft ist gefordert. Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft, Nr.61, Bochum
- AöW (Allianz der öffentlichen Wasserwirtschaft e.V.)(2011): Stellungnahme zum Gesetzentwurf der Bundesregierung zur Neuregelung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien v. 6.6.2011. Deutscher Bundestag, Ausschussdrucksache 17(16)272-D
- Asano, T., Tchobanoglous, G., Burton, F., Leverenz, H., Tsuchihashi, R., Metcalf & Eddy Inc. an AECOM Company (2007): Water Reuse: Issues, Technologies and Applications. 1. Auflage, McGraw-Hill Professional, New York
- ATT, BDEW, DBVW, DVGW, DWA, VKU (2011): Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011. Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V., Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Deutscher Bund der verbandlichen Wasserwirtschaft e.V., Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. - Technisch-wissenschaftlicher Verein, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Verband kommunaler Unternehmen e.V., wv gw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- Auth, S., Seyler, F. (2008): Was kostet die Kleinkläranlage? Ergebnisse einer Herstellerbefragung. Bayerisches Landesamt für Umwelt. URL: https://www.rzkka.bayern.de/downloads/ArtikelKostenKKA_2.pdf [Stand November 2011]
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2011): Kleinkläranlagen: Katalog häufiger Fragen und Antworten. Augsburg
- BBR (2008): Raumordnungsprognose 2025. BBR-Berichte kompakt 2/2008, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn
- BBR, BBSR (Hrsg.) (2009): Raumordnungsprognose 2025/2050: Bevölkerung, private Haushalte, Erwerbspersonen. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Selbstverlag, Bonn
- BDZ, Töws, I. (2011): Marktüberblick Kleinkläranlagen, Ergebnisse der Befragung durch die IHK
- Bellefontaine, K., Britsch, W., Flerus, R., Gellert, M., Steinle, H., Breitenbach, H., Pencereci, T. (2010): Auswirkungen der demografischen Entwicklung auf die Gebührenkalkulation und die Gebührenentwicklung. Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe WI-3.2 „Entgelte und Steuern“, KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Vol. 57, No. 57, S. 676–681

- Bellefontaine, K., Britsch, W., Flerus, R., Gellert, M., Steinle, H., Breitenbach, H., Pencereci, T. (2011): Grundgebühren bei der Abwasserbeseitigung. Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe WI-3.2 "Entgelte und Steuern", – KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall Vol. 58, No. 5, S. 465–472
- Berger, W. (2008): Sanitärtechnik ohne Wasser: Komposttoiletten in der Ökologischen Siedlung Bielefeld-Waldquelle. Berger Biotechnik GmbH, Hamburg
- Berger, W. (2009): Results in the Use and Practise of Composting Toilets in Multi Storey Houses in Bielefeld and Rostock, Germany. Berger Biotechnik GmbH, Hamburg
- Berger, C., Falk, C. (2011): Zustand der Kanalisation: Ergebnisse der DWA-Umfrage 2009. KA – Korrespondenz Abwasser Abfall, Vol. 58, No. 1, S. 24–39
- Berger, C., Falk, C. (2011): Zustand der Kanalisation 2009: Teil 1 der DWA-Umfrageergebnisse: Für das deutsche Kanalnetz besteht weiterhin ein hoher Sanierungsbedarf. wwt – Wasserwirtschaft Wassertechnik, Vol. 4, S. 37–43
- Bieker, S., Frommer, B. (2010a): Potenziale flexibler integrierter semizentraler Infrastruktursysteme in der Siedlungswasserwirtschaft: Neue Handlungsspielräume für die Infrastrukturentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland? Raumforschung und Raumordnung, Vol. 68, No. 4, S. 311-326
- Bieker, S., Frommer, B. (2010b): Semizentrale Infrastruktursysteme – neue Lösungen für die Herausforderungen der Erneuerung technischer Infrastrukturen in der Bundesrepublik Deutschland? in: Jahrbuch Stadterneuerung Tagung, 10-11. Juni 2010, Kassel
- BMVBS, BBR (Hrsg.) (2008): Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel - Vorstudie für Modellvorhaben. BBR-Online-Publikation 19/08, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn
- Bode, H., Grünebaum, T., Kloppe, R. (2009): Bewertung der Spurenstoffsituation in der Ruhr aus der Sicht der Abwasserbeseitigung. in: Gewässerschutz, Wasser, Abwasser 217, 42. Essener Tagung für Wasser und Abfallwirtschaft vom 18. bis 20. März 2009, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Rheinland-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (Hrsg.), Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen e.V., Aachen
- Bone, M. (2012): Nachhaltige Konzepte zur Beherrschung der kalkulatorischen Kosten. KA – Korrespondenz Abwasser Abfall, Vol. 59, No. 6, S. 563–568
- BPW (2009): Klimaschutz und Klimawandel: Konsequenzen für Planungspraxis in Region und Kommune. Dokumentation der Fachkonferenz am 10. November 2009, BPW Hamburg, Stadtplanung Forschung Beratung, Jochumsen Schneider GbR, Hamburg
- Büschfeld, J. (2006): Natürliches Element im technischen Zeitalter - Wasser- und Abwassertechniken und ihre wissenschaftlichen Begründungszusammenhänge. In: Frank, S., Gandy, M. (Hrsg.): Hydropolis - Wasser und die Stadt der Moderne. Campus Verlag, Frankfurt/ New York: 94-116.
- Clemens, J., Nisipeanu, P., Muskulus, A., Rieß P., Arnold U., Vinnerås, B., Winker, M. (2008): Produkte aus neuartigen Sanitärsystemen in der Landwirtschaft. KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Vol. 55, No. 10, S. 1120–1125

- Cornel, P., Weber, B., Böhm, H. R., Bieker, S., Selz, A. (2004): Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme - eine Voraussetzung zur innerstädtischen Wasserwiederverwendung? In: Verein zur Förderung des Instituts WAR (Hrsg.): Schriftenreihe WAR, Bd. 159, S. 17-32, Darmstadt
- Deutscher Bundestag (2011a): Daseinsvorsorge im demografischen Wandel zukunftsfähig gestalten: Handlungskonzepte zur Sicherung der privaten und öffentlichen Infrastruktur in vom demografischen Wandel besonders betroffenen ländlichen Raum. 17. Wahlperiode, Drucksache 17/7609, Berlin
- Deutscher Bundestag (2011b): Bericht der Bundesregierung zur demografischen Lage und künftigen Entwicklung des Landes (Demografiebericht). 17. Wahlperiode, Drucksache 17/7699, Berlin
- Dockhorn, T., Hillenbrand, T., Langergraber, G., Longdong, J., Maurer, M., Niederste-Hollenberg, J., Steinmetz, H. (2011): Bedarf für Forschung und Entwicklung im Bereich Neuartiger Sanitärsysteme (NASS). Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe KA-1.8 „F+E-Bedarf“ im Fachausschuss „Neuartige Sanitärsysteme“, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Vol. 58, No. 7, S. 646–655
- Dohmann, M., Schröder, M. (2011): Energie in der Abwasserentsorgung - Rückschau und Ausblick. , KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Vol. 58, No. 6, S. 536–541
- DVGW (1997): "Wiederverkeimung von Trinkwasser" und "Nicht ausreichend durchflossene Trinkwasserleitungen". Wasser-Information Nr. 25, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn
- DWA (2008a): Bewertung von Verfahrenstufen zur Abwasseraufbereitung für die Wiederverwendung. DWA-Themen BIZ 11.4, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.), Hennef
- DWA (2008b): Neuartige Sanitärsysteme. DWA-Themen KA 1, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.), Hennef
- DWA (2010): DWA-Position – Anthropogene Spurenstoffe im Gewässer. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.), Hennef, URL: <http://de.dwa.de/themaanthropogene-spurenstoffe.html> [Stand: Dezember 2010]
- DWA (2012a): Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien), 8. Auflage, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.), Hennef
- DWA (2012b): Nutzungsdauer von Vermögensgegenständen der Abwasserbeseitigung – Folgen der Festlegung und Änderung. Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe WI-3.3 „Vermögensbewertung und Rechnungswesen“. KA – Korrespondenz Abwasser Abfall, Vol. 59, No. 4, S. 337–342
- DWA-Workshop 2012: NASS Hamburg, Juni 2012
- DWD (2003): Der Rekordsommer 2003. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, URL: <http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU23/besondere->

- re_ereignisse_deutschland/temperatur/rekordsommer2003,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/rekordsommer2003.pdf [Stand: September 2011]
- DWD (2007): Deutschlandwetter im Winter 2006/07: Wärmster Winter aller Zeiten. Presse-Info, Deutscher Wetterdienst, Offenbach, URL: http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Presse/Pressemitteilungen/2007/200702271__pdf,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/200702271__pdf.pdf [Stand: September 2012]
- Eidler, D., Blazejczak, J., Walz, R., Ostertag, K., Eichhammer, W., Angerer, G., Sartorius, C., Doll, K., Blind, K., Strauch, M., Frietsch, R. (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation. Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin, Forschungsprojekt, Förderkennzeichen 204 14 207, durchgeführt von: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Berlin), Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Karlsruhe), Roland Berger Strategy Consultants (München)
- Eidler, D., Blazejczak, J., Walz, R., Ostertag, K., Eichhammer, W., Angerer, G., Sartorius, C., Doll, C., Blind, K., Strauch, M., Frietsch, R., Berger, R., Büchele, R., Henzelmann, T., Zelt, T. (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe, Roland Berger Strategy Consultants, München, Umweltbundesamt (Hrsg.), URL: http://www.inno.tu-berlin.de/fileadmin/a38335100/PDF_Dateien/bmu_studie_Wirtschaftsfaktor_umweltschutz_1_.pdf [Stand: September 2012]
- Emscher Genossenschaft (2012): Co-Vergärung. URL: <http://www.eglv.de/emschergenossenschaft/ueber-uns/kooperationen-und-projekte/co-vergaerung.html> [Zugriff: Februar 2012]
- Enxing, K., Grünebaum, T., Jardin, N., Rath, L., Sadowski, A. (2009): Implementierung von Verfahren zur weitergehenden Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwerte des Ruhrverbandes. in: Hamburger Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft 70, Gulyas, H., Otterpohl, R. (Hrsg.) - 21. Kolloquium zur Abwasserwirtschaft vom 09.09 - 10.09.2009. Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz
- Esemen, T., Dockhorn, T. (2009): Ökonomische Aspekte der Phosphorrückgewinnung aus Abwasser und Klärschlamm. KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Vol. 56, No. 8, S. 790–976
- Felmeden, J., Kluge, T., Michel, B. (2011): Effizienz und Nachhaltigkeit kommunaler Wasser-Infrastruktur. KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Vol. 58, No. 9, S. 850–859
- Frommer, B., Schlipf, S. (2008): Klimawandel als Aufgabe der Stadtentwicklung: Erfahrungen aus der Netzwerkarbeit. Planerin H., Vol. 2, S. 15–17
- Haberkern, B., Maier, W., Schneider, U. (2008): Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen. UBA-Texte, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, URL: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3347.pdf> [Stand: September 2012]
- Hamburg Wasser (2011): Hamburg Water Cycle, URL: <http://www.hamburgwatercycle.de/index.php/hamburg-water-cycle.html> [Stand: Dezember 2011]

- Hanke, S. (2010): Rechtliche Rahmenbedingungen für de- und semizentrale Abwasserentsorgung, in: Thomas Kluge und Jens Libbe (Hrsg.) (2010): Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft. Handreichung zur Realisierung neuartiger Infrastrukturlösungen im Bereich Wasser und Abwasser, Berlin
- Härtel, K. (2010): Öffentliche Trägerschaft für Gruppenlösungen und Kleinkläranlagen. Regionalkonferenzen 2010 zur Abwasserbeseitigung im Freistaat Sachsen, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, BDZ - Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung - e.V., Leipzig, URL: http://www.bdz-abwasser.de/files/AZV%20Leisnig_Haertel.pdf [Stand: September 2012]
- Hiessl, H., Toussaint, D., Becker, M., Dyrbusch, A., Geisler, S., Herbst, H., Prager, J. U. (2005): AKWA 2100: Alternativen der kommunalen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (Hrsg.), Karlsruhe, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart
- Hiessl, H., Hillenbrand, T. (2010): DEzentrales Urbanes InfrastrukturSystem DEUS 21. Abschlussbericht, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe
- Hillenbrand, T. (2009): Analyse und Bewertung neuer urbaner Wasserinfrastruktursysteme. Dissertation, Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften der Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), Karlsruhe
- Hillenbrand, T. (2011): Neue technische Lösungen im städtischen Bereich - Optionen, Randbedingungen: Der öffentliche Wassersektor in Deutschland - ineffizient und reformbedürftig, 28. - 29. Juni 2011, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe, URL: http://www.ekkw.de/akademie.hofgeismar/publ/Vortraege/Neu%20ab%202011/11310_vortrag-hillenbrand.pdf [Stand: September 2012]
- Hillenbrand, T., Niederste-Hollenberg, J., Menger-Krug, E., Klug, S., Holländer, R., Lautenschläger, S., Geyler, S. (2010): Demografischer Wandel als Herausforderung für die Sicherung und Entwicklung einer kosten- und ressourceneffizienten Abwasserinfrastruktur. UBA-Texte, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau
- Horn, J., von Sartorius, C. (2009): Impact of supply and demand on the price development of phosphate (fertilizer). In: Ashley, K. I., Mavinic, D. S., Koch, F. A. (Hrsg.) (2009): International Conference on Nutrient Recovery from Wastewater Streams. 10. bis 13. Mai 2009, The Westin Bayshore Hotel and Resort, Vancouver, British Columbia, Canada. IWA Publishing, London, S. 45–54
- Horn, J., von Sartorius, C., Tettenborn, F. (2010): Technologievorschau für Recyclingtechnologien (Arbeitspaket 6). Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
- IPCC (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Genf
- Jacob, D. (2009): Regionalisierte Szenarien des Klimawandels. Raumforschung und Raumordnung, Vol. 67, No. 2, S. 89–96

- Jakubowski, P. (2006): Stadt ohne Infrastruktur heißt Stadt ohne Zukunft: Zur Agenda kommunaler Infrastrukturpolitik. Informationen zur Raumentwicklung, Heft 5.2006, S. 237–248
- KfW (2011): Steckbrief KOMMUNEN: Finanzlage, Investitionen und Finanzierungsquellen. KfW Kommunalpanel 2010, KfW Bankengruppe, Frankfurt (M)
- KfW (2010): KfW Kommunalpanel 2010. KfW Bankengruppe, Frankfurt (M)
- Kluge, T., Koziol, M., Lux, A., Schramm, E., Veit, A. (2003): Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck – Sektoranalyse Wasser. Forschungsverbund netWORKS, Networks Papers, Heft 2, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin
- Kluge, T., Libbe, J. (2006): Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser. Difu-Beiträge zur Stadtforschung, Band 45, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin
- Kluge, T., Scheele, U. (2008): Von dezentralen zu zentralen Systemen und wieder zurück? Räumliche Dimensionen des Transformationsprozesses in der Wasserwirtschaft. In: Moss, T., M. Naumann, M. Wissen (Hrsg.) (2008): Infrastrukturnetze und Raumentwicklung. Zwischen Universalisierung und Differenzierung. Ergebnisse Sozial- Ökologischer Forschung 10, oekom Verlag, München, S. 143 – 172
- Kohlhase, O. (2006): Merkblatt Kleinkläranlagen in Schleswig Holstein – Errichtung, Wartung und Betrieb. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
- Kotz, C., Hillenbrand, T., Hiessl, H., Mohr, S., Trösch, W. (2004): Demonstration Project DEUS 21: A concept for a sustainable urban water infrastructure, Conference Paper
- Koziol, M (2006): Transformationsmanagement unter den besonderen Bedingungen der Schrumpfung. In: Kluge, T., Libbe, J.: Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser, Berlin, Difu-Beiträge zur Stadtforschung, Band 45, S. 355-400
- Koziol, M. (2004): Folgen des demographischen Wandels für die kommunale Infrastruktur. – Deutsche Zeitschrift für Kommunalwissenschaften, Vol. 43, No. 1, S. 69–83
- Koziol, M., Veit, A., Walther, J. (2006): Stehen wir vor einem Systemwechsel in der Wasserver- und Abwasserentsorgung? Sektorale Randbedingungen und Optionen im stadttechnischen Transformationsprozess. Forschungsverbund netWORKS, Networks Papers, Heft 22, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin
- Landesrechnungshof Schleswig-Holstein (o.J.): Arbeitspapier zu Kommunalen Wasserversorgungsnetzen: Ergebnisse und Empfehlungen aus der Prüfung des Landesrechnungshofs. Kiel, URL: <http://www.landesrechnungshof-sh.de/index.php?getfile=wasserversorgungsnetze.pdf> [Stand: September 2012]
- Leptien, C., Bellefontaine, K., Breitenbach, H., Graf, P., Meyer, P. (2010): Wirtschaftsdaten der Abwasserbeseitigung 2009: Ergebnisse einer gemeinsamen Umfrage der DWA und des Deutschen

- Städtetages sowie des Deutschen Städte- und Gemeindebundes. KA - Korrespondenz Abwasser Abfall, Vol. 57, No. 9, S. 916–925
- Leptien, C., Bellefontaine, K., Breitenbach, H., Graf, P., Roosen, C. (2012): Wirtschaftsdaten der Abwasserbeseitigung 2011: Ergebnisse einer gemeinsamen Umfrage der DWA und des Deutschen Städtetages sowie des Deutschen Städte- und Gemeindebundes
- LfU BW (2005): Leitfaden Abwasserabgabe: Arbeitshilfe für die Festsetzungsbehörden, Teil 1 Allgemeines und Vollzug. Siedlungswasserwirtschaft 19, 4. Auflage, Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe
- Libbe, J., Scheele, U. (2008): Räumliche Aspekte von Qualitäts- und Versorgungsstandards in der deutschen Wasserwirtschaft. Informationen zur Raumentwicklung, Heft 1/2.2008, S. 101–112
- LWaG (2011): Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern vom 30. November 1992 (GVOBl. M-V S. 669; GS Meckl.-Vorp. Gl. Nr. 753-2). zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 4. Juli 2011 (GVOBl. M-V S. 759)
- MBLU MV (1998): Abwasserbeseitigungspflicht und Befreiung von der Abwasserbeseitigungspflicht - Vollzugshinweise zu § 40 LWaG. Erlaß des Ministeriums für Bau, Landesentwicklung und Umwelt vom 23. September 1998 - VIII 620 a-520.15.1 - Fundstelle: AmtsBl. M-V 1998 S. 1291. Zuletzt geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 11.01.1999 (AmtsBl. M-V 1999 S. 89)
- MBV NRW (Ministerium für Bauen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen)(2008): Neues Wohnen mit Nachbarschaft: Wohnprojekte von Baugruppen, Genossenschaften und Investoren. Ministerium für Bauen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Düsseldorf
- Mohajeri, S. (2001): Trinkwasserversorgung und -nutzung im Berlin des 19. Jahrhunderts. Eine qualitative und quantitative Untersuchung. In: Mohajeri, S., Dinçkal, N.: Blickwechsel; Beiträge zur Geschichte der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Berlin und Istanbul. Zentrum für Technik und Ges., Berlin.
- Mohajeri, S. (2005): 100 Jahre Berliner Wasserversorgung und Abwasserentsorgung 1840–1940. 1. Auflage, Franz Steiner Verlag, Stuttgart
- Mohajeri, S. (2008): Von der Kommunalen zur regionalen Perspektive; Lösungsstrategien für eine zukunftsfähige Ver- und Entsorgung in schrumpfenden Regionen. S. 212 – 226 In: DWA 2008 „Demographischer Wandel: Herausforderungen und Chancen für die deutsche Wasserwirtschaft“. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.), Hennef
- Mohajeri, S., Nuñez Vogt, T. von, Schön, S., Wendt-Schwarzburg, H., Blümel, H., Canzler, W., Heinemann, B., Knie, A., Ruhrort, L., Walde, C., Matthies, H., Thoms, F. (2008): Zukunftsfähige Infrastrukturangebote für schrumpfende Regionen: Unternehmenskonzepte und Regulierungsinnovationen am Beispiel von Wasser und Verkehr in Brandenburg Abschlussbericht zur Vorstudie. inter 3 GmbH, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung GmbH, Choice Mobilitätsproviding GmbH, Berlin, URL: <http://www.stk.brandenburg.de/media/lbm1.a.4856.de/abbericht.pdf> [Stand: September 2012]

- Moss, T. (2011): Empfehlungen zur Wasserver- und -entsorgungsinfrastruktur. In: von Haaren, G. & Galler, C. (2011): *Zukunftsfähiger Umgang mit Wasser im Raum*, S. 170 - 177
- MRG (2009a): *Messestadt Riem: Das Projekt - Planung und Realisierung*. Maßnahmeträger München-Riem GmbH, Landeshauptstadt München (Hrsg.), Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Projektgruppe Messestadt Riem, München
- MRG (2009b): *Vom Flugfeld zum neuen Stadtteil – eine Zwischenbilanz*. Maßnahmeträger München-Riem GmbH, Landeshauptstadt München (Hrsg.), Referat für Stadtplanung und Bauordnung, München
- MRG (2000): *Messestadt Riem: Ökologische Bausteine, Teil I Stadtplanung*. No. 2.0 der Schriftenreihe zur Messestadt Riem, Maßnahmeträger München-Riem GmbH, Landeshauptstadt München (Hrsg.), Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Projektgruppe Messestadt Riem, München
- Müller, E. A., Butz, J. (2010): *Abwasserwärmenutzung in Deutschland: Aktueller Stand und Ausblick*. KA – Korrespondenz Abwasser Abfall, Vol. 57, No. 5, S. 437–442
- Münch, P. (1993): *Stadthygiene im 19. und 20. Jahrhundert - die Wasserversorgung, Abwasser und Abfallbeseitigung unter besonderer Berücksichtigung Münchens*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- Mutschmann J., Stimmelmayer F. (2007): *Taschenbuch der Wasserversorgung*. 14. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden
- Nolde, E. (1999): *Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings - over ten years experience in Berlin*. *Urban Water*, Vol. 1, No. 4, S. 275–284
- Nolde, E., Vansbotter, B., Rüden, H., König, K. W. (2007): *Innovative Wasserkonzepte: Betriebswassernutzung in Gebäuden*. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Hrsg.), Berlin
- Pennekamp, S., Frommer, B. (2005): *Daten und Fakten zum Flächenverbrauch – Status quo und Szenarien*. In: Verein zur Förderung des Instituts WAR (Hg.): *Unendliches Wachstum auf endlicher Fläche? Schriftenreihe WAR 161*, S. 17-36, Darmstadt
- Reidenbach, M., Bracher, T., Grabow, B., Schneider, S., Seidel-Schulze, A. (2008): *Investitionsrückstand und Investitionsbedarf der Kommunen: Ausmaß, Ursachen, Folgen und Strategien*. Edition Difu - Stadt, Forschung, Praxis, Band 4, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin
- Reuther, J., Nawarotzky, K. N. (2010): *Aktueller Begriff - Novellen von Bundesnaturschutzgesetz und Wasserhaushaltsgesetz in Kraft*. Wissenschaftliche Dienste, Deutscher Bundestag, Fachbereich WD 8, Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und Forschung / Fachbereich WD 7, Zivil-, Straf- und Verfahrensrecht, Umweltschutzrecht, Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, URL: http://www.bundestag.de/dokumente/analysen/2010/bundesnaturschutzgesetz_und_wasserhaushaltsgesetz.pdf [Stand: Dezember 2011]
- Roscher, H. (2003): *Flächendeckende Rehabilitation von Wasserrohrnetzen*. *wwt – Wasserwirtschaft Wassertechnik*, Vol. 1-2, S. 36–40

- Sartorius, C. (2007): Zukunftsmarkt: Dezentrale Wasseraufbereitung und Regenwassermanagement. Fallstudie im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Forschungsprojektes Innovative Umweltpolitik in wichtigen Handlungsfeldern. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.), Dessau-Roßlau
- Schmelz, K. G. (2007): Co-Vergärung aus der Sicht eines Kläranlagenbetreibers. Präsentation, BMU Fachgespräch, 29. Januar 2007, Emschergenossenschaft Lippeverband, URL: <http://www.umweltbundesamt.de/wasser-und-gewaesserschutz/publikationen/Co-Vergaerung.pdf> [Zugriff: Februar 2012]
- Schmitt, T. G., Illgen, M., Kaufmann, I. (2006): Klimawandel - Konsequenzen für die Siedlungswässerung? DWA-Expertengespräch in Hennef. KA – Korrespondenz Abwasser Abfall, Vol. 53, No. 8, S. 756–759
- Schön, S., Kruse, S., Meister, M. (2007): Ein interdisziplinäres Brückenkonzept für die Nachhaltigkeits-, Technik- und Innovationsforschung. 1. Auflage, oekom verlag, München
- Schröder, M. (2010): Energienutzung in der (Ab)Wasserwirtschaft nachhaltig gestalten. In: Gesellschaft zu Förderung des Lehrstuhls für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik an der Ruhr-Universität Bochum (Hrsg.), Zukunftsthema Energie: Die Siedlungswasserwirtschaft ist gefordert. Bochum
- Seeger, H. (1999): The history of German waste water treatment. – European Water Management, Vol. 2, No. 5, S. 51–56
- Sickert, E. (1998): Kanalisation im Wandel der Zeit. In: Geschichte der Abwasserentsorgung – 50 Jahre ATV 1948 – 1998, S. 17 – 36, Hrsg.: Abwassertechnische Vereinigung e.V., Hennef
- Sigglow, J. (2010): Stadtumbau - Gelegenheitsfenster zur Strukturoptimierung einer Abwasserbewirtschaftung. In: Altrock, U., Kunze, R., Petz, U., von Schubert, D. (Hrsg.): Jahrbuch Stadterneuerung 2010: Infrastrukturen und Stadtumbau. Berlin, S. 199–213
- Statistisches Bundesamt (2011a): Trinkwasser- und Abwasserentgelte in Deutschland am 01. Januar 2010, URL: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2011/04/PD11_170_322.html [Stand: September 2012]
- Statistisches Bundesamt (2011b): Demografischer Wandel in Deutschland: Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung im Bund und in den Ländern. Heft 1, Wiesbaden, URL: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungsHaushaltsentwicklung5871101119004.pdf?__blob=publicationFile [Stand: September 2012]
- Statistisches Bundesamt (2009): Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Fachserie 19, Reihe 2.1, Wiesbaden URL: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/WasserAbwasserOeffentlich2190210079004.pdf;jsessionid=6E8429B0E6ADC805A80B5DB80EB80373.cae2?__blob=publicationFile [Stand: August 2012]

- Stock, M., Kropp, J. P., Walkenhorst, O. (2009): Risiken, Vulnerabilität und Anpassungserfordernisse für klimaverletzliche Regionen. *Raumforschung und Raumordnung*, Vol. 67, No. 2, S. 97–113
- Teschner, S., Geisler, S., Drzisga, G. (2009): Der Emscherquellhof - neue Techniken im historischen Umfeld. *KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall*, Vol. 56, No. 12, S. 1241–1246
- Thoma, R., Goetz, D. (2008): Zustand der Grundstücksentwässerungsanlagen. *KA – Korrespondenz Abwasser Abfall*, Vol. 55, No. 2, S. 116–130
- Tietz, H.-P. (2006): Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Netzinfrastruktur. In: Gans, P., Schmitz-Veltin, A. (Hrsg.): *Demographische Trends in Deutschland. Folgen für Städte und Regionen. Räumliche Konsequenzen des demographischen Wandels. Teil 6, Auflage 6*, Akademie f. Raumforschung u. Landesplanung, Hannover
- Trösch, W., Hiessl, H. (2012): DEUS 21: DEzentral Urbanes Infrastruktur-System. URL: <http://www.deus21.de/index.php?id=1> [Stand: September 2012]
- UBA (2006): Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland - Regionale Szenarien und nationale Aufgaben. Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, Dessau, URL: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3545.pdf> [Stand: September 2011]
- UBA (2005): Klimafolgen und Anpassung an den Klimawandel in Deutschland – Kenntnisstand und Handlungsnotwendigkeiten. Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, Dessau, URL: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3559.pdf> [Stand: September 2011]
- UBA (2010): Wasserwirtschaft in Deutschland - Teil 1 Grundlagen, Umweltbundesamt, Dessau
- VKU (2012): Stadtentwicklung: Kommunen fit für die Zukunft machen. Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), Berlin, URL: <http://www.vku.de/zukunftsthemen/stadtentwicklung/stadtentwicklung.html> [Stand: Mai 2012]
- Vogt, R., Frisch, S., Pehnt, M. (2010): Klimaschutz- und Energieeffizienz potenziale im Bereich Abfall und Abwasserwirtschaft. Bericht im Rahmen des Vorhabens: „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“, Heidelberg
- WG Baden-Württemberg (2012): Wassergesetz für Baden-Württemberg in der Fassung vom 01.01.1999 (GBl. S. 1). zuletzt geändert durch Verordnung vom 25.01.2012 (GBl. S. 65) m.W.v. 28.02.2012
- WG LSA (2011): Wassergesetz für das Land Sachsen-Anhalt (WG LSA) vom 16. März 2011
- Zebisch, M., Grothmann, T., Schröder, D., Hasse, C., Frisch, U., Cramer, W. (2005): Klimawandel in Deutschland: Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensibler Systeme. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau

ANHANG

A-1 Beispielprojekte

Im Folgenden finden Sie eine eingehende Beschreibung der dieser Untersuchung u.a. zugrundeliegenden Beispielprojekte. 0 beschreibt die Beispielprojekte im Kontext zentraler Abwasserinfrastrukturen, 0 die im Kontext dezentraler Abwasserinfrastrukturen. Die fachliche Verantwortung des Beitrags ist dem jeweiligen Unterkapitel zu entnehmen.

Im Einzelnen wurden folgende Projekte untersucht:

- „Grüne 9“ Berlin
- Klärwerk Stahnsdorf
- Stadtteilentwicklung München Riem
- Bielefeld Waldquelle
- Stendal Umlandgemeinden
- AZV Leisnig - dezentrale Gruppenlösungen für das Dorf Altenhof
- Berlin Margarethenhöhe
- Dahler Feld
- Emscher Quellhof

A-1.1 Regionen, die an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind

„Grüne 9“ Berlin [inter3]

Ausgangslage

Bei der „Grünen 9“ handelt es sich um eine derzeit im Bau befindliche Neubausiedlung mit ökologischem Gesamtkonzept in Berlin Charlottenburg. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Heizkraftwerk Charlottenburg, Trafostationen sowie vielbefahrener Straßen, handelt es sich aus städteplanerischer Sicht um eine ungünstige Lage für eine Neubausiedlung.

Lösungsansatz

Um die ungünstige Lage der Siedlung zu kompensieren, sollte hier preiswerter Wohnraum geschaffen werden, der zudem sowohl innovative wassertechnische als auch energetische Konzepte berücksichtigt. Mit der entwickelten Kreislaufführung von gereinigtem Abwassers soll der Trinkwasserbedarf um 2/3 gesenkt und damit die Kosten für den Nutzer reduziert werden. Aufgrund des günstigen Grundstückspreises und den Skaleneffekten durch die angeschlossenen 126 Wohneinheiten konnten die Mehrkosten für die Anlage zur Brauchwassergewinnung von ca. 1.000 €/WE nahezu vollständig kompensiert werden.

Umsetzung

Trotz Wasserrecyclings wird das gesamte Abwasser der „Grünen 9“ gemeinsam erfasst und einer Kleinkläranlage mit einer täglichen Kapazität von 15 m³ zugeführt. Dadurch ist im Unterschied zum häufiger realisierten Konzept der Grauwasseraufbereitung, nur eine Abwasserleitung notwendig, wodurch zusätzliche Baukosten vermieden werden. Das erzeugte Brauchwasser wird über ein zweites Leitungssystem für die Toilettenspülung, die Nutzung in Waschmaschinen und zur Gartenbewässerung zur Verfügung gestellt. Nach der Aufbereitung wird dem Abwasser die inhärente Wärme mittels Wärmepumpe entzogen und zur Wärmebereitstellung in den Wohnungen bereitgestellt. Speichervolumina von 7 m³ und ein Überlauf in die Kanalisation verhindern Kapazitätsengpässe der Anlage. Aufgrund der Bauartzulassung ist für die Anlage keine Baugenehmigung sondern nur das Einholen einer Betriebserlaubnis notwendig.

Lessons learnt

Das Projekt Grüne 9 zeigt, wie sich günstiger Wohnraum mit einem ökologischen, durchaus anspruchsvollen Gesamtkonzept realisieren lässt.

Durch den Anschluss des Gebäudekomplexes an die öffentliche Kanalisation sind für das verfolgte Wasserrecyclingkonzept keine wasserrechtlichen Genehmigungsprobleme zu erwarten. Trinkwasser wird weiterhin für sensible Zwecke wie beispielsweise Körperpflege bezogen. Die vollständige Abkopplung vom Kanal wurde, wenn auch technisch möglich, durch den Bauherrn aufgrund erwarteter mangelnder Akzeptanz seitens Käufern und Behörden nicht in Betracht gezogen.

Das Konzept wird wissenschaftlich begleitet. Finale Aussagen über Erfahrungen mit dem Betrieb der Anlage und Akzeptanz seitens der Bewohner werden Anfang 2013 erwartet.

Klärwerk Stahnsdorf [inter3]

Ausgangslage

Motivation für dieses Forschungs- und Implementationsprojekt der Berliner Wasserbetriebe war die Entwicklung neuer Sanitärkonzepte, mit signifikanten ökologischen sowie ökonomischen Vorteilen im Vergleich zum konventionellen End-of-Pipe-System. Zudem sollten neue Erkenntnisse und Erfahrungen im Bereich der Separationstechnik gewonnen und Vergleiche beider Techniken angestellt werden. Untersuchungsgegenstand waren Schwerkrafttrennsysteme mit Fäkalienkompostierung und Vakuumtrennsysteme mit Fäkalienausfäulung. Durch die Trennung wurde zudem die Analyse des Düngemittelpotenzials der verschiedenen Stoffströme ermöglicht.

Lösungsansatz

Die Stoffstromtrennung wurde im Rahmen der Sanierung der Betriebsgebäude und Wohngebäude konsequent eingeführt. Im Betriebsgebäude wurden wasserlose Urinale und Vakuum-Trenntoiletten installiert und die zum Klärwerk gehörenden zehn Wohneinheiten mit Schwerkraft-Trenntoiletten ausgestattet. In beiden Gebäuden wird Grauwasser getrennt erfasst und zur Aufbereitung einem

bepflanzten Bodenfilter zugeführt. Das gesammelte Schwarzwasser aus den Schwerkrafttoiletten wird in Grobfiltern entwässert, eingedickt und die Feststoffe dann einer Kompostierung zugeführt. Das abfiltrierte Wasser wird in einer Zweikammergrube vorbehandelt und mittels Bodenfilter gereinigt. Aus dem getrennt erfassten Gelbwasser wird mittels verschiedener Verfahren Düngemittel hergestellt.

Eine Ökobilanz ermöglicht zudem den Vergleich der Umwelteinwirkungen der hier getesteten Systeme mit konventionellen Systemen der Abwasseraufbereitung.

Umsetzung

Die Grauwasserbehandlung zeigt, dass Stickstoff und pathogene Keime sicher entfernt bzw. zurückgehalten werden konnten. Die Phosphorrückhaltekapazität hingegen war schnell erschöpft, entsprach aber den Erwartungen für vertikal beschickte Bodenfiltern. Täglich wurden im Betriebsgebäude 7 Liter Gelbwasser gesammelt und zur landwirtschaftlichen Verwertung abgepumpt. Die Stickstoffwerte lagen unter den bekannten Literaturwerten. Begründet wurde dies mit der ungewollten Verdünnung durch Spülwasser und der Nichterfassung des „Morgenurins“. Die Verwendung von Dünger aus Gelbwasser ergab beim Versuch mit Sommerweizen ähnlich hohe Erträge wie mit Mineraldünger. Die Trennung des Spülwassers von Fäkalien durch die Filtersäcke funktionierte nicht zufriedenstellend, da ein Großteil der Nährstoffe ausgespült wurde. Dennoch konnten in der anschließenden Kompostierung gute Umsetzungsergebnisse erzielt werden. Die Fermentation der in den Vakuumtoiletten gesammelten Fäkalien konnte erst gegen Ende des Projektes realisiert werden weshalb hierzu keine belastbaren Ergebnisse vorliegen. Analysen zur Nutzerakzeptanz zeigen, dass sich 70 % der Befragten eine Schwerkrafttoilette mit Stoffstromtrennung auch zuhause vorstellen können. Bei Vakuumtoiletten waren es immerhin 40 %.

Lessons learnt

Die Versuche ergaben einen weiteren Entwicklungsbedarf für neue Sanitärkonzepte. Viele der aufgezeigten technischen Probleme, wie verstopfte Ventile, kleiner Leckagen und Verblockungen durch Urinausfällungen etc. sind im Zuge eines größeren Absatzes für die notwendigen Komponenten jedoch relativ einfach lösbar. Hierzu zählt z.B. die Serienproduktion von Vakuumtoiletten, welche für das Forschungsprojekt nicht extra hergestellt wurden. Dennoch sind für die Einführung im größeren Maßstab weitere Forschungs- und Entwicklungsschritte, insbesondere im Bereich der Sanitärtechnik notwendig. So fehlt es noch an technisch umsetzbaren Konzepten für eine nachhaltige Phosphorreduktion bzw. Rückgewinnung aus den Grauwasserströmen. Die Düngeversuche ergaben, dass bei der getrennten Sammlung des Gelbwassers aller Einwohner aus Berlin und Brandenburg 40 % des Stickstoff- und 75 % des Phosphorbedarfs für die landwirtschaftlich genutzten Flächen Brandenburgs ersetzt werden könnten. Jedoch ist die Nutzung des Düngers aus Gelbwasser derzeit rechtlich noch nicht möglich. Vorbehalte gibt es gegenüber anthropogenen Spurenstoffen.

München Riem [IWAR]

Ausgangslage

Seit der Verlagerung des Flughafens München Riem ins Erdinger Moos, entsteht auf dem ehemaligen Flughafengelände im Osten Münchens ein neuer Stadtteil. Im Rahmen der Konversion des Flughafengeländes sieht das städtebauliche Konzept neben der 1987 beschlossenen Verlagerung des Messestandorts München eine Kombination von Wohnen und Arbeiten vor. Die Messestadt Riem wurde später zum Leitprojekt der PERSPEKTIVE MÜNCHEN, welche 2002 entwickelt wurde.

Lösungsansatz

Die drei wesentlichen Planungsziele lauten „Identität und Stadtgestalt“, „Ökologische Stadtentwicklung“ und „Vollständige Infrastruktur“. Bezüglich des ökologischen Konzeptes liegen die Schwerpunkte auf den Themen Wasser, Abwasser und Energie. Die Messestadt Riem wurde als „Stadt der kurzen Wege“ entwickelt. Im Bereich Energie werden einerseits Maßnahmen zur Energieeinsparung auf Gebäudeebene betrachtet, zum anderen wurde für die Energieversorgung ein Blockheizkraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung realisiert. Ziel des Wasserkonzeptes in München-Riem war die höchstmögliche Reduzierung des Wasserverbrauches sowie die Erreichung einer möglichst hohen Gewässerqualität [MRG 2000].

Ursprünglich geplante Ansatzpunkte zur Erreichung dieser Ziele waren neben wassersparende Verhaltensweisen auch technische Maßnahmen. Zu letzteren zählten der Einsatz von wassersparenden Armaturen und Geräten aber auch die Installation eines Brauchwassernetzes, um den Wasserbedarf für die Gartenbewässerung, die Waschmaschinen und die Toilettenspülung durch Regenwasser oder aufbereitetes Grauwasser zu decken. Nicht genutztes Regen- und Grauwasser sollte nach der Reinigung ins Grundwasser versickert werden. Als Reinigungsmöglichkeiten für Regenwasser waren Kiesfilter, Dachbegrünung und technische Anlagen genannt. Das Grauwasser kann über Pflanzenkläranlagen aufbereitet werden, wobei ein Bedarf für eine kontinuierliche Wartung gesehen wurde. Das Schwarzwasser würde bei diesem Konzept weiter über eine Kanalisation zur Behandlung in eine zentrale Kläranlage geleitet werden [MRG 2000].

Umsetzung

1990 wurde der erste Ideenwettbewerb durchgeführt. Aus diesem sowie seinen Überarbeitungen resultiert die städtebauliche Grundstruktur. Seit Beginn der Planung war ein Ziel des Projektes die Nachhaltigkeit des Geplanten und Gebauten, 1993 wurde das „Ökologische Rahmenkonzept Messestadt Riem“ in Auftrag gegeben, welches die wichtigen Umwelthemen wie z.B. Klima, Boden und Altlasten, Wasser und Abwasser, Abfall u.v.m. enthielt und Zielkonflikte thematisierte sowie Zielprioritäten bildete. Zur weiteren Konkretisierung wurden Fachkonzepte erstellt.

Für die Realisierung (Herstellung der technischen, sozialen und kulturellen Infrastruktur) des Projektes wurde ein privatrechtliches Trägermodell entwickelt, die Maßnahmenträgerschaft München-Riem GmbH (MRG). Die Planungshoheit bleibt allerdings bei der Stadt München. Die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung werden durch die Versorgungsträger hergestellt und nur von der MRG koordiniert [MRG 2009a].

Im Laufe der Vergabe zum ersten Bauabschnitt wurde ein „ökologischer Kriterienkatalog“ zur Auflage gemacht. Ab der Vergabe des zweiten Bauabschnittes galten die Ökobausteine II und III [MRG 2009b]. Während im Ökobaustein I (Stadtplanung) von 1995 die Grauwasseraufbereitung und -nutzung noch als Ansatzpunkt im Bereich Wasser genannt wird, ist im Ökobaustein II (Gebäude und Freiraum) von 1998 „nur“ noch die Regenwassernutzung genannt. Im Interview wurde die Auskunft gegeben, dass es keine „innovativen“ Ansätze wie Pflanzenkläranlagen gäbe, sondern jedes Gebäude den üblichen Kanalanschluss erhalte. Die Regenwassernutzung im Haushalt sei für den fünften Bauabschnitt geplant, würde aber von der Bereitschaft der Nutzer abhängen.

Die Evaluierung des Projektes Messestadt Riem 2005 zeigte, dass die Regenwassernutzung (sowohl bei Gewerbe als auch im Bereich Wohnen) bisher nur punktuell umgesetzt wurde. Das Ziel einer Senkung des Wasserverbrauches, kann aufgrund der schlechten Datenlage nicht bewertet werden. Lediglich die Versickerung des Regenwassers, wie sie im Bebauungsplan festgelegt und bei Neubaugebieten Münchens üblich ist, wurde umgesetzt.

Lessons learnt

Innovative Abwassersammlung und -behandlung wurde für das Projekt Messestadt Riem nicht in Betracht gezogen, das Abwasser der bisher realisierten Bauabschnitte wird in einer zentralen Kläranlage behandelt. Auch die Nutzung von Regenwasser im Haushalt wird bisher nicht umgesetzt, ist aber für den letzten Bauabschnitt geplant, sofern die zukünftigen Nutzer ein Interesse haben. Der Ansatz einer Grauwasseraufbereitung mittels Pflanzenkläranlagen zu Brauchwasser bzw. die Versickerung des gereinigten Grauwassers wurde nicht weiter verfolgt. Eine Inzellösung für das Gebiet wurde nicht in Betracht gezogen. Allerdings gibt es auch keine Informationen über Kapazitätsengpässe der zentralen Kläranlage und daher u.U. keine Notwendigkeit sich mit diesem Thema auseinander zu setzen.

Bielefeld Waldquelle [IWAR]

Ausgangslage

1988 wurde für das Stadtrandquartier Bielefeld-Waldquelle die Planung einer Mischung verschiedener sozialer Wohnformen beschlossen. Ziele hierbei waren die größtmögliche Beteiligung der Nutzer sowie die konsequente Einhaltung ökologischer Kriterien.

Lösungsansatz

1988 nahm ein Bielefelder Architektenbüro gemeinsam mit einer Gruppe ökologisch interessierte Bauherren die Planung auf. Zu Beginn gab es sowohl baurechtliche als auch finanzierungsrechtliche Probleme. Um diese zu lösen wurde eine Genossenschaft als gemeinsame Organisations- und Rechtsform gegründet.

Das ursprüngliche Abwasserkonzept sah eine getrennte Erfassung von Schwarzwasser und Grauwasser vor. Das Grauwasser sollte in einer Pflanzenkläranlage gereinigt werden, wurde jedoch aus Kostengründen nicht realisiert. Umgesetzt wurde hingegen der Einsatz von Komposttoiletten in allen Wohneinheiten sowie in einem öffentlichen Kindergarten.

Umsetzung

Die Umsetzung des Projektes erfolgt zwischen 1994 und 1999, in dieser Zeit wurden 130 Wohneinheiten (sowohl Eigenheime als auch Mietwohnungen im sozialen Wohnungsbau) gebaut. 2009 lebten 270 Einwohner in dieser Siedlung.

Mit Ausnahme von Hamburg schreiben alle Landesbauordnungen den Einsatz von Spültoiletten vor, in Hamburg sind auch Toiletten ohne Wasserspülung genehmigungsfähig, sofern keine hygienischen Bedenken oder das öffentliche Interesse dem entgegenstehen. Bisher gibt es keine allgemeine Bauartzulassung für Komposttoiletten, d.h. dass in der Siedlung jede Komposttoilette einzeln beantragt werden musste. Darüber hinaus musste ein Antrag auf Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang gestellt werden [Berger 2008].

Genehmigungsrechtliche Schwierigkeiten entstanden dadurch, dass die Komposttoiletten erstmals in viergeschossigen Gebäuden eingesetzt wurden, woraus sich besondere Anforderungen an den Brandschutz, den Schallschutz und die Lüftung innenliegender Toilettenräume ergaben. Das Planungsbüro erarbeitete gemeinsam mit dem Hersteller Lösungen zur Erfüllung der entsprechenden Vorschriften des Baugenehmigungsverfahrens. Im Weiteren wurden durch Selbstverpflichtungen auf Siedlungsebene zwischen den Eigentümern privatrechtliche Sicherungsinstrumente geschaffen. Diese soll die Akzeptanz der Nutzung von Komposttoiletten sichern [Berger 2009].

Innerhalb der Siedlung wurde eine Sonderfläche ausgewiesen auf der eine hygienisch sichere Unterbringung und Verwertung des Kompostes möglich ist. Den Betreibern der Komposttoiletten bleibt es überlassen zu entscheiden, ob sie ihren Kompost auf dem eigenen Grundstück verwerten wollen oder nicht. Untersuchungen der Komposterde, des Sickerwassers und der Abluft zeigten, dass keine Belastung mit Krankheitserregern besteht. Zur Sicherheit wird der Kompost ein weiteres Jahr gelagert (nachkompostiert), bevor er verwendet wird [Berger 2008].

Für die Wartung der Komposttoilettenanlage wird im Monat eine Stunde benötigt. Dies kann der Eigentümer selbst übernehmen, alternativ ist die Inanspruchnahme einer Serviceleistung innerhalb der Siedlung möglich. Sind mehrere Wohneinheiten an eine Anlage angeschlossen, so muss sich eine Person verantwortlich erklären. Es hat sich eine ‚Kompostgruppe‘ in der Siedlung gebildet, welche im Austausch mit dem Hersteller den Betreibern Beratungen anbietet. Solange eine regelmäßige Wartung stattfindet und die Betriebsanweisungen beachtet werden, bleibt der Aufwand relativ gering [Berger 2008].

Lessons learnt

Nach einigen Jahren Betrieb wurde eine Befragung zur Zufriedenheit der Bewohner durchgeführt. In dieser wurde der Aufwand für die Wartung bemängelt und automatische Lösungen gefordert. Laut Hersteller wurde eine halbautomatische Lösung entwickelt. Im Weiteren führt der Hersteller aus, dass der enge Kontakt zu den Nutzern wichtige Impulse in der Entwicklung gäbe und somit die Verbreitung von alternativen Konzepten wie der Komposttoilette fördere [Berger 2009]. Trotzdem wird über die Abschaffung der Komposttoiletten aufgrund des Aufwandes diskutiert [MBV NRW 2008]. Bei der Umsetzung von Projekten innovativer Infrastrukturkonzepte ist somit darauf zu achten, dass

sich der Komfort der Nutzer nicht verschlechtert. Somit ist ein enger Austausch zwischen den Beteiligten wichtig.

A-1.2 Regionen, die nicht an zentrale Abwasserinfrastrukturen angeschlossen sind

Stendal Umlandgemeinden [inter3]

Ausgangslage

In den seit 2010 zur Stadt Stendal gehörenden Dörfer Döbbelin (137 EW) und Tornau (121 EW) wird das Abwasser bisher nicht nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik aufbereitet. Für die Wasserver- und Abwasserentsorgung der Ortsteile ist der Wasserverband Stendal-Osterburg (WVSO) zuständig. Dieser betreibt im gesamten Verbandsgebiet 10 Kläranlagen (Die Stadt Stendal gehört nicht dazu).

Beide Orte sind voneinander durch eine ICE-Trasse getrennt und grenzen an das Überschwemmungsgebiet der Uchte. Einen geeigneten Vorfluter für die Einleitung aufbereiteter Abwässer gibt es nach Aussage des WVSO nicht.

Lösungsansatz

Für die abwassertechnische Erschließung der beiden Orte wurden drei verschiedene Konzepte ausgearbeitet. Allen Konzepten gemeinsam ist die Errichtung einer Ortskanalisation:

Das erste vom Zweckverband ausgearbeitete Konzept sieht den Anschluss an die ca. 4 km entfernte Kläranlage Lüderitz (ca. 8.500 EW) vor: Die Kosten für die Erschließung mit einer Pumpstation und einer Druckleitung wurden mit 918.000 € angegeben. 377.000 € davon müssen allein für die Überleitung des Abwassers aufgebracht werden. Die jährlichen Betriebskosten belaufen sich auf 14.000 €.

Im Rahmen der Internationalen Bauausstellung BA Stendal wurde das zweite Konzept, die Errichtung je einer Pflanzenkläranlage für jeden Ort ausgearbeitet. Die Investitionskosten wurden mit jeweils 100.000 € veranschlagt. Die jährlichen Betriebskosten wurden mit 3.500 € je Anlage angegeben. Bei dieser Variante wird der Transport- und Pumpaufwand minimiert, da hier auf die Unterführung der ICE-Trasse verzichtet werden kann. Zudem kann die Betriebsweise der Pflanzenkläranlagen einfach auf die zukünftige demographische Entwicklung angepasst werden. Die Anlagen würden mit geringem Abstand zum Überflutungsgebiet der Uchte errichtet werden.

Das dritte, ebenfalls im Rahmen der Internationalen Bauausstellung ausgearbeitete Konzept umfasst die Errichtung eines 2-Stoffstromsystems: Das Grauwasser wird getrennt erfasst und einem bewachsenen Bodenfilter zugeführt. Das Schwarzwasser wird in einem Vakuumsystem abgeleitet und zur Reinigung, Energie- und Düngemittelgewinnung einer Biogasanlage zugeleitet. Die zusätzlichen Kosten der Vakuumsleitungen und Vakuumsstation können zum Teil durch die Verkleinerung der Pflanzenkläranlagen und die geringeren Betriebskosten bei der Grauwasseraufbereitung kompensiert werden. Für diese Variante sind jedoch bauliche Veränderungen in den Gebäuden notwendig.

Umsetzung

Von Seiten des WWSO wird erklärt, dass es für die Einleitung der dezentral aufbereiteten Abwässer keinen geeigneten Vorfluter gibt und die Erfüllung der geltenden Richtlinien durch dezentrale Anlagen und deren Betrieb extrem kostenintensiv wäre. Daher wird derzeit der zentrale Anschluss an die Kläranlage Lüderitz verfolgt. Werden die beantragten Mittel beim Land genehmigt kann die Wirtschaftlichkeit des zentralen Anschlusses an die KA-Lüderitz dargestellt werden. Zum derzeitigen Zeitpunkt steht die Förderbewilligung jedoch noch aus.

Sollte das Vorhaben nicht wie beantragt gefördert werden, würde nach Aussage des WWSO die Verantwortung der Abwasseraufbereitung vom Aufgabenträger auf die Bürger in Döbbelin und Tornau übertragen werden müssen.

Lessons learnt

Die betrachteten Alternativen scheinen nicht ausreichend geeignet zu sein um sinnvolle und kostengünstige dezentrale Lösungen zur Abwasseraufbereitung zu realisieren. Umweltschutz und dezentrale Abwasseraufbereitung schließen sich auch heute noch oft aus, obwohl sowohl technische als auch naturnahe Verfahren ausreichend gute Reinigungsergebnisse erzielen können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Betrieb der Anlagen professionell durchgeführt werden würde.

AZV Leisnig - dezentrale Gruppenlösungen für das Dorf Altenhof [inter3]

Ausgangslage

Der Bestand an dezentralen Anlagen zur „Abwasseraufbereitung“ im ländlichen Bereich des AZV Leisnig ist zum Teil 100 Jahre alt. Selbst Mehrkammerausfallgruben sind hier nur vereinzelt vorhanden, so dass 1.200 von 1.418 KKA im Verbandsgebiet stark sanierungsbedürftig sind. 50 % des Verbandsgebiets können aufgrund der Zersiedelung und schwieriger topographischer Bedingungen auch zukünftig nicht zentral erschlossen werden. Bei einer Übertragung der Beseitigungspflicht auf die Bürger würden, nach Ansicht des Zweckverbandes, die gesetzte Umstellungsfrist auf Anlagen, die nach den allgemein erkannten Regeln der Technik betrieben werden, nicht eingehalten werden. Zudem sind die Bürger bei der Auswahl und Bewertung geeigneter Konzepte überfordert.

In Altenhof ergab eine TV-Befahrung der bestehenden Kanalisation einen mittel- bis langfristigen Sanierungsbedarf. Es wurde beschlossen die Kanalisation nur noch für Regenwasser weiter zu nutzen.

Lösungsansatz

Aufgrund dieser Ausgangslage entschied sich der AZV Leisnig gegen eine Übertragung der Abwasserbeseitigungspflicht auf die Bürger von Altenhof und suchte nach einer kostengünstigen Entsorgungsvariante vor Ort. Die wirtschaftlichste Lösung nach LAWA und Nutzwertanalyse ist die Errichtung von Gruppenkläranlagen. Vom Land Sachsen gefördert, sollte hier in einem Pilotprojekt die technische und sozioökonomische Machbarkeit von Errichtung und nachhaltigem Betrieb einer innovativen

Lösung zur Abwasseraufbereitung durch den Aufgabenträger untersucht werden. Durch den Einbau und Betrieb der dezentralen Anlagen durch den Zweckverband sollten zudem Montage- und Inbetriebnahmefehler ausgeschlossen und die sachgerechte Wartung garantiert werden.

Um die derzeit am Markt verfügbaren und zugelassenen technischen Verfahren der dezentralen Abwasseraufbereitung in Bezug auf Reinigungsleistung, Betriebskosten und Wartungsaufwand miteinander vergleichen zu können, wurden vier verschiedene Systeme von unterschiedlichen Herstellern errichtet. Dabei handelt es sich um eine Membranfiltrationsanlage (90 EW), eine Biofiltrationsanlage (12 EW) und zwei SBR- Anlagen (70 und 40 EW). Die 212 Einwohnerwerte des Dorfes wurden so in vier unterschiedliche Gruppen zusammengefasst, für die jeweils ein eigenes kleines Kanalnetz errichtet wurde. Für Grundstücke, die aufgrund zu hoher Investitionskosten nicht an diese Gruppenkläranlagen angeschlossen werden konnten, bietet der Zweckverband die Möglichkeit, die erforderliche grundstücksbezogenen Kleinkläranlage zu errichten.

Die Funktionsfähigkeit der Anlagen wird zentral in den Geschäftsräumen des AZVs überwacht werden. Dafür erfolgt täglich eine Statusabfrage der einzelnen Anlagen per GSM.

Umsetzung

Während der Planungsphase lag die Bereitschaft der Bürger zum Anschluss an eine der vier Gruppenkläranlagen bei 54 %. Während der Bauphase haben sich auch die übrigen Bürger von Altenhof für den Anschluss an die Gruppenlösung bereiterklärt, so dass das gesamte Abwasser des Dorfes nun dezentral auf Gruppenkläranlagen behandelt wird [Härtel 2010]. Ein Teil der Bauarbeiten (Baggeraushub) wurde von den Bürgern selbst durchgeführt. Die Kosten je angeschlossenen Anwohner lagen bei 2.660 €/EW und damit deutlich unter denen des Anschlusses an ein Kanalnetz in diesen Regionen.

Die Kostendeckung für den Betrieb dieses Lösungsansatzes erfolgt über öffentlich-rechtliche Entgelte. Jeder Teilnehmer im gesamten Verbandsgebiet zahlt auch zukünftig die gleichen Entgelte – unabhängig ob dieser an eine zentrale Kläranlage oder an eine durch den Zweckverband betriebene dezentrale Abwasserreinigungsanlage angeschlossen ist. Auch wenn dies eine Erhöhung der Gebühren mit sich zog, stellte sich diese Variante als die ökonomisch sinnvollste heraus und erfüllt somit die Anforderungen an die Abwasserbeseitigungspflicht durch den Aufgabenträger.

Da sowohl die Kanäle als auch zum Teil die Abwasserreinigungsanlagen auf privaten Grundstücken errichtet wurden, mussten privatrechtliche Nutzungsverträge zwischen dem Verband und den Grundstückseigentümern abgeschlossen werden.

Derzeit wird die Fernüberwachung der Anlagen installiert. Hierbei werden die technischen Möglichkeiten noch nicht ausgereizt, so dass keine spezifischen Betriebsparameter sondern nur Daten zur allgemeinen Funktionstüchtigkeit übermittelt werden. Der AZV stellt den Vorteil einer Fernwartung in Frage. Die Betriebsphase wird zeigen, ob eine spezifische Fehleranalyse per Fernwartung den Betriebs- und Wartungsaufwand vermindern kann.

Lessons learnt

Derzeit befinden sich die vier Anlagen im Probetrieb. Eine abschließende Aussage des Anlagenvergleichs kann noch nicht gegeben werden.

Das Konzept stieß auf großes öffentliches Interesse. Wenn sich der Versuch bewährt wird der Verband weitere Gruppenanlagen errichten, solange die Anschlusskosten weniger als 3.000 €/EW betragen. Bei höheren Kosten wird der Verband einzelne KKA als öffentliche Anlagen grundstücksbezogen errichten und betreiben.

Berlin Margarethenhöhe [inter3]

Ausgangslage

2006 waren noch 33.000 Einwohner, die in den Rand- und Altsiedlungsgebieten Berlins leben, nicht an das zentrale Abwassersystem der Stadt angeschlossen. Dazu zählte die Siedlung Margarethenhöhe mit etwa 250 Bewohnern. Mit der Änderung des Berliner Wassergesetzes 2006 waren die Berliner Wasserbetriebe verpflichtet worden auch für die ordnungsgemäße Beseitigung des in abflusslosen Abwassersammelbehältern anfallenden Schmutzwassers Sorge zu tragen. Aufgrund der geringen Einwohnerzahl und der Insellage wurde der Aufwand für den Anschluss an das zentrale Netz jedoch als zu hoch angesehen.

Lösungsansatz

Im Rahmen eines Demonstrationsprojektes sollte überprüft werden, inwieweit eine dezentrale Aufbereitung des Abwassers auf mindestens dem gleichen ökologischen Niveau wie dem großer Anlagen möglich ist. Hierfür wurde ein Membranbelebungsverfahren entwickelt, welches die Phosphorentfernung (Bio-P) mit einer nachgeschalteten Denitrifikation ohne externe Kohlenstoffzugabe kombiniert. Der Anlage wurde das Abwasser über ein dezentrales Druckleitungsnetz zugeführt.

Umsetzung

Die entwickelte Anlage wurde über einen Zeitraum von 3 Jahren betrieben und optimiert. In der zweiten Hälfte der Betriebsphase wurden stabile Betriebsbedingungen und deutlich bessere Ablaufwerte als die der großen Klärwerke Berlins erreicht.

Lessons learnt

Nach der Optimierungsphase lag der zeitliche Aufwand für die Betriebs- und Prozessführung bei wöchentlich 4 Stunden. Mit einem Investitionsaufwand von 288.000 € zuzüglich der jährlichen Betriebskosten lagen die spezifischen Kosten der Abwasseraufbereitung mit 9 – 13 €/m³ deutlich über denen der Großanlagen. Bei einer Vergrößerung der Anlagenkapazität hätten diese auf 5 bis 8 €/m³ gesenkt werden können. Auch wenn den hohen Betriebskosten sehr niedrige Ablaufkonzentrationen gegenüber standen konnte der Betrieb der Anlage nicht über die Projektlaufzeit hinweg fortgeführt werden.

Das Projekt hat gezeigt, dass der Betrieb dieser Anlagen an diesem Standort nicht wirtschaftlich ist, daher wurde das Projekt eingestellt. An anderen, besonders sensiblen Standorten wäre ein Einsatz

jedoch durchaus denkbar, allerdings mit hohem technischem Aufwand (Druckleitungen, Belüftung, Rückspülung und notwendigem Know-how) verbunden.

Dahler Feld [inter3]

Ausgangslage

Das Dahler Feld ist ein gewachsenes Bebauungsgebiet außerhalb der Stadt Selm und besteht aus 26 Ein- und Mehrfamilienhäusern in lockerer Bebauung mit knapp 100 Einwohnern und jeweils einem Betrieb für Landmaschinentechnik und Landwirtschaft. Weder der Anschluss an eine zentrale Trinkwasser- noch Abwasserentsorgung ist vorhanden. Da ein Anschluss an die zentrale Kläranlage nicht vorgesehen war, wurde die Beseitigungspflicht von der Stadt Selm auf die Bewohner im Dahler Feld übertragen. Das Abwasser wurde dezentral in Einzellösungen in Dreikammergruben, Tropfkörperanlagen, Filtergräben, und gemauerten Gruben zumindest teilweise behandelt. Da nur drei Anlagen dem Stand der Technik entsprachen, wurden die Besitzer der übrigen Anlagen aufgefordert kurzfristige Sanierungsmaßnahmen durchzuführen um den aktuellen Stand der Technik der Anlagen sicher zu stellen.

Lösungsansatz

Mit dem Forschungsprojekt AKWA - Dahler Feld (Alternativen der kommunalen Wasserver- und Abwasserentsorgung) sollte beispielhaft aufgezeigt werden, wie eine nachhaltige Abwasserentsorgung durch die Erarbeitung genehmigungsrechtlicher Rahmenbedingungen, baulicher und betrieblicher Konzepte, unter Einbeziehung der relevanten Akteure (Bewohner; Dienstleister, hier der Lippeverband), der Wasserbehörden und Wissenschaft realisiert werden kann.

Hierfür sind zehn unterschiedliche Szenarien der Abwasserentsorgung entwickelt worden. Diese reichen von der Errichtung einer Ortskanalisation mit zentraler Gruppenkläranlage, über Clusterlösungen für benachbarte Häuser mit entsprechender Kanalführung bis hin zu dezentralen Einzellösungen. Dadurch ergab sich ein breites Spektrum an Varianten, die unter Berücksichtigung der notwendigen ökonomischen Daten hinsichtlich Flächenbedarf, Errichtungskosten, Nutzungsdauern, Abschreibungsfristen etc. auf ihre wirtschaftliche Tragfähigkeit untersucht wurden.

Allen Lösungen gemeinsam ist die Sicherstellung des Betriebs durch einen professionellen Betreiber, hier in Form des Lippeverbands.

Die zu entwickelnden Lösungen wurden von den Bürgern nur akzeptiert, weil gegenüber einer konventionellen Erweiterungsmaßnahme keine Mehrkosten entstanden bzw. diese aufgrund neuartiger teurer Lösungen durch eine zusätzliche Investitionsförderung aufgefangen wurden. Zum Kostenvergleich diente als Referenzlösung die Errichtung und der Betrieb einzelner neuer SBR- Anlagen, wie sie (wahrscheinlich) von den Bürgern ohne das AKWA Projekt realisiert worden wären.

Umsetzung

Die wirtschaftliche Betrachtung der erarbeiteten Varianten ergab, dass die Errichtung langlebiger Netze für die Clusterlösungen zu einem Abschreibungszeitraum von 60 Jahren geführt hätte und

damit weit über den von Einzellösungen (10 Jahre) liegt. Durch den fehlenden Anschluss- und Benutzerzwang im Dahler Feld ergäbe sich für einen Betreiber ein hohes Investitionsrisiko. Die Reduktion dessen durch die vertragliche Bindung an Betreiberverträgen war aufgrund fehlender rechtlicher Vorgaben und wahrscheinlicher geringer Akzeptanz bei den Bürgern nicht praktikabel. Zudem wurden Kleinkläranlagen mit 375 € je EW bzw. mindestens 1.500 € je Anlage gefördert. Für semidezentrale Lösungen gab es zu diesem Zeitpunkt keine Möglichkeit der Förderung.

Darüber hinaus wurden vereinzelt in den Hauswasseranlagen mikrobielle Verunreinigungen festgestellt, welche auch auf die bisher unzureichende Abwasseraufbereitung zurückgeführt wurden. Weiteres Gefahrenpotenzial stellte die Ableitung der aufbereiteten Abwässer in offenen Gräben dar.

Daher wurde die Implementierung dezentraler MBR-Einzelanlagen entschieden. Diese Anlagen wurden vom Lippeverband geplant, errichtet und werden über einen Zeitraum von 10 Jahren betrieben und gewartet. Die Bewohner schlossen einen Vertrag mit dem als „privaten“ Dienstleister auftretenden Lippeverband. Nach Ablauf dieser Zeit gehen die Anlagen in den Besitz der Betreiber, in diesem Fall die Bewohner, über. Diese haben dann die Möglichkeit die Anlagen in Eigenregie weiter zu betreiben und somit für die gesetzlich vorgeschriebenen Wartungen etc. selbst Sorge zu tragen bzw. weiterhin den Lippeverband zu beauftragen.

Der größte Teil der Kosten für den Erwerb und die Installation der 21 neu errichteten Anlagen in Höhe von knapp 193.000 €, inklusive Erd- und Rohrlegearbeiten wurde vom Lippeverband mit dem Ziel finanziert, dieses durch die Übernahme des Betriebes innerhalb des Abschreibungszeitraums von 10 Jahren wieder einzunehmen. Für jede Anlage wurden aufgrund der unterschiedlichen örtlichen Gegebenheit differenzierte jährliche Beträge ermittelt. Im Mittel betragen diese für eine 8 EW Anlage 950 € im Jahr. Damit lagen die Kosten unter denen, die bei der Errichtung und dem Betrieb eigener SBR-Anlagen angefallen wären. Hierbei ist zu beachten, dass Membrananlagen zum Zeitpunkt der Errichtung deutlich kostenintensiver waren als SBR-Anlagen. Die Mehrkosten wurden aufgrund des Forschungscharakters von der WestLB-Stiftung und dem Lippeverband übernommen und somit die Anforderungen an die Kostenparität erfüllt.

Für den Betrieb der Anlagen hat sich der Lippeverband vertraglich das Zugangsrecht zu den Anlagen im Falle von Störungen gesichert.

Inbesondere in den ersten zwei Jahren nach der Installation der Membrananlagen, wurden vom Lippeverband Optimierungmaßnahmen für den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlagen durchgeführt. Da im Dahler Feld technisch identische MBR-Anlagen installiert wurden, konnte sich der Verband mit diesem Projekt auf diese Technik spezialisieren und somit die Abläufe für Betrieb, Wartung und Reparatur der Anlagen deutlich effizienter gestalten. So sind beispielsweise für den regelmäßig notwendigen Austausch der Membranmodule Schnellkupplungen installiert worden. Diese Module können nun zentral für den weiteren Einsatz wieder hergerichtet werden. Zusätzlich wurden vom Haushalt getrennte Stromkreise errichtet und Fernwartungseinheiten installiert um den Betrieb und die Wartung weiter zu vereinfachen.

Lessons learnt

Der Variantenvergleich zeigte, dass semidezentrale Clusterlösungen auf lange Sicht durchaus die technisch, ökologisch und wirtschaftlich am sinnvollsten sind. Dementgegen stehen die langen Abschreibungszeiträume der zu errichtenden Kanäle. Diese können nur bei langfristiger Planungssicherheit der Investoren realisiert werden. Hierfür kommen in der Regel nur die Kommunen oder Zweckverbände in Frage, welche im Rahmen ihrer Pflicht zur ordnungsgemäßen Abwasserentsorgung diese Investitionen über einen langen Zeitraum refinanzieren können. Ist die Abwasserbeseitigungspflicht einmal auf die Bürger übertragen worden, erscheint dies aufgrund hoher Investitionsrisiken als schwierig und die Realisierung von Clusterlösungen ist nahezu unmöglich.

Das Projekt AKWA hat erstmals gezeigt, dass komplexe Kleinklärsysteme durch den Betrieb eines professionellen Dienstleisters die technisch erreichbaren Reinigungsleistungen dauerhaft sichergestellt werden können.

Die enge Zusammenarbeit zwischen Betreiber, Bürger und Umweltbehörde hat im Dahler Feld maßgeblich zum Erfolg des Projektes beigetragen. Der Lippeverband konnte im Rahmen des AKWA-Projekts die Erschließung neuer Geschäftsfelder erproben und in der Betriebsführung dezentraler MBR-Anlagen Erfahrung sammeln. Die Erfahrungen im Betrieb der Anlagen und erzielbare Skaleneffekte durch einen Betreiber tragen dazu bei, dass diese Lösungen im Vergleich zu Referenzlösung keine zusätzlichen Kosten verursachen, die Funktionstüchtigkeit der Anlagen jedoch kontinuierlich gewährleistet werden kann.

Emscher Quellhof [IWAR]

Ausgangssituation

Der Emscherquellhof liegt im ländlich geprägten östlichen Bereich des Einzugsgebietes der Emscher Genossenschaft. Es besteht aus einem Haupthaus und einem Stallanbau, welcher als Versammlungsraum genutzt wird. 2002 erwarb die Emscher Genossenschaft den Hof und führte eine Restaurierung durch. Bis in die 1990er-Jahre wurde das Abwasser in einer Kompakttropfkörperanlage gereinigt, mit der Restaurierung sollte der Hof zunächst im Rahmen des Umbaus des Emschers an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden. Die steigenden Anforderungen an die Abwasserreinigung und die steigenden Kosten für die Sanierung von Kanälen machte eine Auseinandersetzung mit dem Thema alternativer und dezentraler Entwässerungssysteme notwendig. Der Emscherquellhof bot hierbei die Möglichkeit, das Thema nicht nur theoretisch zu untersuchen, sondern auch praktisch umzusetzen. [Teschner et al. 2009]

Lösungsansatz

Aufgrund der ländlichen Lage des Emscher Quellhofes wurde als Alternative zum Anschluss an eine zentrale Kanalisation ein dezentrales Abwasserbehandlungskonzept entwickelt. Außerdem wurde anstatt eines konventionellen Heizungssystems mit fossilen Energieträgern die Nutzung von Erdwärme realisiert.

Das Entwässerungskonzept sieht eine Stoffstromtrennung vor. Über Trenntoiletten bzw. wasserlosen Urinale wird Gelb- und Braunwasser getrennt voneinander erfasst. Weitere (Ab)wasserteilströme sind das Grauwasser und das Regenwasser.

Das Grau- und Braunwasser wird über Freispiegelleitungen der Abwasserreinigungsanlage zugeführt, welches aus einer Mehrkammergrube als Vorreinigungsstufe und einem bewachsenden Bodenfilter besteht. Von dort wird das gereinigte Abwasser in die Emscher abgeleitet.

Das Gelbwasser aus den separierenden Toiletten und wasserlosen Urinalen wird über eine Freispiegelleitung in einen Gelbwasserspeicher geleitet und dort für mind. 6 Monat zwischengespeichert. Bis ein Konzept zur Gelbwasserbehandlung u.U. unter Nutzung der im Urin enthaltenen Nährstoffe entwickelt wurde, wird das Gelbwasser abgepumpt und mittels Saugwagen zur Behandlung in eine Kläranlage abgefahren.

Das Regenwasser von den Dächern und befestigten Hofflächen wird über Rinnen in den Quellteich geleitet. Über eine Schilfdrainage im Quellteich wird es gereinigt und gelangt anschließend in eine Zisterne. An diese ist ein Hauswasserwerk angeschlossen. Das aufbereitete Regenwasser wird als Brauchwasser für die Toilettenspülung verwendet. [Teschner et al. 2009]

Umsetzung/Erfahrungen

Seit ein paar Jahren befinden sich die Abwasser- und Brauchwasseranlagen in Betrieb, sodass zum Betrieb und zur Wartung Erfahrungen vorliegen. Die Mehrkammergrube wird in Abhängigkeit der örtlichen Entwässerungssatzung einmal im Jahr durch die Gemeinde entleert. Einmal wöchentlich wird der bepflanzte Bodenfilter auf Verstopfungen, Ablagerungen und bauliche Schäden kontrolliert, außerdem findet eine Sicht- und Geruchskontrolle des Ablaufes statt. Zu- und Ablauf der Anlage wird einmal im Monat überprüft. Im Herbst wird das Schilf geschnitten, wobei die Reste als Frostschutz auf dem Beet verbleiben. Zweimal im Jahr wird der CSB und der BSB im Ablauf gemessen. Im Weiteren werden Rohrleitungen der Gelbwasseranlagen zweimal im Jahr auf Ablagerungen hin kontrolliert und ggf. mit Säure gespült. Um Verkrustungen in den Urinauslässen der separierenden Toiletten zu vermeiden, werden diese einmal monatlich gesäuert. Die Anlage zur Brauchwassergewinnung wird im Abstand von sechs Monaten auf ihre Funktionsfähigkeit hin überprüft. Die Wartung der gesamten Anlage erfolgt einmal im Jahr durch den Betrieb der Emscher Genossenschaft.

Bei den separierenden Toiletten traten Verstopfungen der Abflussleitungen auf. In den übrigen Transportleitungen gab es hingegen keine Probleme. Erste Untersuchungen des Urins und Urinbehandlungsverfahren zeigen, dass langfristig auch eine Verwertung möglich ist. Die Grenzwerte des CSB/BSB₅ können durch die Abwasserreinigungsanlage sicher unterschritten werden. Des Weiteren ist genügend Brauchwasser vorhanden, um den Wasserbedarf für die Toilettenspülung zu decken. Es musste nur einmal Trinkwasser nachgespeist werden, als bei dem Brauchwassersystem die Pumpe ausgefallen ist. Allerdings tritt im Sommer durch Algenbildung im Quellteich eine Trübung des Brauchwassers auf.

Die Investitionskosten des alternativen Abwassermanagements des Emscherquellhofes betragen 76.600 € brutto, die Betriebskosten ca. 2.000 € jährlich. Damit liegen diese umgerechnet unter dem

durchschnittlichen Abwassergebühren im Einzugsgebiet der Emscher Genossenschaft. [Teschner 2009]

Lessons Learnt

Das auf dem Emscherquellhof realisierter Entwässerungskonzept ist insgesamt ein positives Beispiel für alternative Abwasserbeseitigungskonzepte im ländlichen Raum, auch wenn der Betriebsaufwand 2009 noch relativ hoch gewesen ist. Des Weiteren besteht noch Optimierungsbedarf (z.B. Verminderung des Algenwachstums im Quellteich) sowie Forschungsbedarf bezüglich der Urinbehandlung und Nährstoffrückgewinnung. Von der Emscher Genossenschaft wird dieses Abwassermanagement als sinnvolle Alternative zum Anschluss an eine konventionelle Misch- oder Trennkanalisation und zentrale Kläranlage bezeichnet. [Teschner 2009]

A-2 Experteninterviews

Als weitere Informationsgrundlage wurden 30 Interviews mit Experten aus den Bereichen (1) Wissenschaft, (2) Politik/ Verwaltung / Administration, (3) Industrie und (4) Verbände geführt. Auf eine Darlegung der Gesprächspartner wird auf Bitte der Ansprechpartner verzichtet. Gesprächs- und themenoffene Interviews, und hier insbesondere kritische Aussagen zu Herausforderungen bestehender Systeme, konnten nur durch die vorherige Zusicherung der Anonymisierung der Interviews geführt werden.