# "Nachhaltige Weiterentwicklung urbaner Wasserinfrastrukturen unter sich stark ändernden Randbedingungen (NAUWA)"

nauwa
Nachhaltige urbane Wasserinfrastrukturen

***ENDBERICHT***

Harald Hiessl (Projektleitung), Thomas Hillenbrand, Stefan Klug
*Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI*

Michael Lange, Stefan Vöcklinghaus
*Kommunal- und Abwasserberatung NRW GmbH*

Christian Flores, Matthias Weilandt
*Emschergenossenschaft/Lippeverband*

Das im Zeitraum von März 2009 bis März 2012 durchgeführte Projekt NAUWA ("**Na**chhaltige Weiterentwicklung **u**rbaner **Wa**sserinfrastruktur unter sich ändernden Randbedingungen") hat sich mit der Frage befasst, wie die Kommunen bei der zukunftsgerechten Weiterentwicklung ihrer Wasserversorgungs- und Entwässerungssysteme in einem sich ändernden Umfeld unterstützt werden können. Dazu wurde am Beispiel und unter direkter Beteiligung von vier Kommunen in NRW mit sehr unterschiedlichen Randbedingungen (Gelsenkirchen, Lünen, Velbert und Wachtberg) mit Hilfe von Szenario-Workshops erprobt, wie die Entwicklung einer solchen langfristig orientierten Strategie zur zukunftsfähigen Umgestaltung der Wasserinfrastruktursysteme auch unter den bestehenden Unsicherheiten hinsichtlich der künftigen Randbedingungen praktisch angegangen werden kann und wie konkrete Maßnahmen zu ihrer Umsetzung identifiziert werden können.

Das Projekt NAUWA wurde im Auftrag der West LB Stiftung Zukunft NRW durch das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Kooperation mit Emschergenossenschaft/Lippeverband sowie der Kommunal- und Abwasserberatung NRW unter Beteiligung der Kommunen Gelsenkirchen, Lünen, Velbert und Wachtberg durchgeführt. Weitere Informationen und Ergebnisse zum Projekt NAUWA finden Sie unter www.nauwa.de.

Karlsruhe/ Düsseldorf/ Essen, 2012

WestLB Stiftung
Zukunft NRW

# Inhalt

**1 Einleitung ..... 1**

**2 Umfeldveränderungen für urbane Wasserinfrastruktursysteme ..... 3**

2.1 Demografische Entwicklung ..... 4
2.1.1 Bevölkerungsdynamik ..... 5
2.1.2 Auswirkungen ..... 6
2.2 Flächennachfrage und Siedlungsentwicklung ..... 9
2.2.1 Siedlungs- und Verkehrsfläche ..... 9
2.2.2 Private Haushalte und Wohnungsmarkt ..... 12
2.2.3 Fiskalische Konsequenzen ..... 13
2.2.4 Auswirkungen ..... 14
2.3 Klimaentwicklung ..... 14
2.3.1 Temperaturanstieg ..... 14
2.3.2 Veränderung des Wasserkreislaufs ..... 15
2.3.3 Klimaschutz und -anpassung ..... 16
2.3.4 Auswirkungen ..... 16
2.4 Rechtliche Rahmenbedingungen ..... 17
2.4.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ..... 17
2.4.2 Hochwassermanagementrichtlinie ..... 18
2.4.3 Regelungen zu Wasser- und Abwassertarifen ..... 19
2.5 Technologische Innovationen ..... 19
2.5.1 Landwirtschaft ..... 20
2.5.2 Produktion und Verfahren ..... 20
2.5.3 Auswirkungen ..... 21
2.5.4 Folgen für den Wasserverbrauch ..... 22

**3 Akteurs- und Prozessanalyse für wasserwirtschaftliche Planungen auf kommunaler Ebene ..... 25**

3.1 Akteursanalyse ..... 25

3.1.1 Akteure ..... 25

3.1.2 Vorgehensweise und mögliche Nutzung der Akteursanalyse in der Wasserwirtschaft ..... 26

3.2 Prozessanalyse ..... 28

3.2.1 Planung innerhalb des bestehenden Wasserinfrastruktursystems ..... 28

3.2.2 Erweiterung der bestehenden Wasserinfrastruktur ..... 29

**4 Ausgangssituation in den Kommunen ..... 33**

4.1 Zielsetzung und Vorgehensweise ..... 33

4.2 Die vier Projektkommunen ..... 34

**5 Szenario-Ansatz und Ergebnisse für die Beispielkommunen ..... 39**

5.1 Methodischer Ansatz und Vorgehensweise ..... 39

5.2 Umfeldanalyse ..... 43

5.3 Handlungsfelder ..... 45

5.4 Handlungsoptionen ..... 47

5.4.1 Bevölkerung und Stadtstruktur ..... 47

5.4.2 Interdisziplinäre Entwässerungsplanung im Fokus des Klimawandels ..... 48

5.4.3 Nutzung innovativer Ansätze ..... 51

5.4.4 Neue Tätigkeitsfelder ..... 54

5.4.5 Tarifstrukturen ..... 59

5.5 Szenarien ..... 64

5.6 Handlungsempfehlungen und Strategie ..... 64

**6 Organisatorische Verankerung der Erkenntnisse in Kommunen ..... 67**

**7 Übertragbarkeit der Ergebnisse ..... 71**

7.1 Methodischer Ansatz ..... 71

7.2 Zentrale Problemfelder und Lösungsansätze ..... 72

**8 Zusammenfassung ..... 77**

**9 Literatur ..... 79**

**10 Endnoten ..... 87**

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Bevölkerungsentwicklung bis 2050 ..... 5

Abbildung 2-2: Veränderung der Bevölkerungszahlen – Ausblick bis 2050 ..... 8

Abbildung 2-3: Entwicklung der täglichen Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche ..... 10

Abbildung 2-4: Prognose der Wohnflächenentwicklung ..... 12

Abbildung 2-5: Entwicklung des spezifischen Wasserverbrauchs privater Haushalte in den alten und neuen Bundesländern ..... 23

Abbildung 3-1: Prozessablauf Erweiterung durch Neubau ..... 31

Abbildung 4-1: Lage der Projektkommunen innerhalb von Nordrhein-Westfalen ..... 35

Abbildung 5-1: Wichtige Wechselwirkungen der Wasserinfrastruktur mit anderen kommunalen Themenfeldern ..... 39

Abbildung 5-2: Schematische Darstellung der methodischen Vorgehensweise im Rahmen des NAUWA-Projekts ..... 40

Abbildung 5-3: Beispielhafte Einstufung von Umfeldfaktoren ..... 41

Abbildung 5-4: Zusammensetzung des Runden Tisches in Gelsenkirchen zur Bewältigung der “Gemeinschaftaufgabe Überflutungsschutz“ ..... 49

Abbildung 5-5: Innovatives Wasserinfrastrukturkonzept im Modellprojekt DEUS 21 ..... 53

Abbildung 5-6: Ortschaften in Wachtberg ..... 61

Abbildung 5-7: Spezifische Kosten (SW: Schmutzwasser; RW: Regenwasser) in Abhängigkeit von der örtlichen Lage am Beispiel von Wachtberg ..... 61

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Die vier Projektkommunen – wichtige Daten im Vergleich ..... 36

Tabelle 5-1: Organisationsmodelle (Einzellösungen) für dezentrale (technische) Entsorgungskonzepte (Hillenbrand *et al.* 2010) ..... 57

Tabelle 5-2: Organisationsmodelle (Gruppenlösungen) für dezentrale (technische) Entsorgungskonzepte (Hillenbrand *et al.* 2010) ..... 57

Tabelle 5-3: Kostenstrukturen in der Wasserwirtschaft (Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011) ..... 59

Tabelle 5-4: Beispielberechnung einer Gebührenentwicklung unter Berücksichtigung von Einwohnerrückgang und Reduzierung des spezifischen Wasserverbrauchs..... 60

# 1 Einleitung

Die konventionelle Wasserversorgung und Abwasserentsorgung (= urbane Wasserinfrastruktur) umfasst die technischen Infrastrukturen (Leitungen, Kanäle, Anlagen) sowie die wasserbezogenen Dienstleistungen für Gewerbe und private Haushalte. Die Entsorgungspflicht von Abwasser nach § 56 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist durch die Landeswassergesetze der Länder geregelt. In Nordrhein-Westfalen (NRW) bestimmt § 53 LWG, dass die Kommunen für die Abwasserbeseitigung sorgen müssen. Die Abwasserbeseitigungspflicht kann dabei unter bestimmten Voraussetzungen auf den privaten Grundstückseigentümer übertragen werden (§ 53 Abs. 3a und 4 LWG). Sowohl die Ver- als auch die Entsorgungswirtschaft ist durch öffentlich-rechtliche Gebietsmonopole gekennzeichnet, in denen nach den Landeswassergesetzen in der Regel die Kommune zuständig ist (Regie- oder Eigenbetriebe); kleine Gemeinden schließen sich oft zu Zweckverbänden zusammen. Dabei sind Wasserver- und Abwasserentsorgung i. d. R. institutionell unabhängig organisiert.

Das Ziel des Projekts NAUWA war es, über die aktuelle Situation hinauszublicken und Strategien für die kommunalen Akteure mit Bezug zur Wasserwirtschaft abzuleiten, ohne genaue Vorhersagen für die Zukunft treffen zu müssen. Dabei kam die Szenario-Methodik zur Anwendung, die es ermöglicht, plausible Zukunftsbilder, die so genannten Szenarien, zu entwickeln, auch wenn zukünftige Entwicklungen durch große Unsicherheiten in Bezug auf die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen oder politischen Rahmenbedingungen geprägt sind. Sie stellt eine bewährte Methode dar, mögliche Handlungsoptionen aufzuzeigen und diese zu einer integrierten Strategie zu verknüpfen.

Am Beispiel und unter direkter Beteiligung von vier Kommunen in NRW mit sehr unterschiedlichen Randbedingungen (der Städte Gelsenkirchen, Lünen, Velbert und der Gemeinde Wachtberg) wurde während der Projektlaufzeit von März 2009 bis März 2012 erprobt, wie die Entwicklung einer langfristig orientierten Strategie zur zukunftsfähigen Weiterentwicklung bzw. Umgestaltung der Wasserinfrastruktursysteme auch unter den bestehenden Unsicherheiten hinsichtlich der künftigen Randbedingungen praktisch angegangen werden kann und wie konkrete Maßnahmen zu ihrer Umsetzung identifiziert werden können.

Urbane Wasserinfrastrukturen sind durch lange Lebensdauern sowie einen hohen Fixkostenanteil gekennzeichnet. Im Zuge des kontinuierlichen Bevölkerungs- und Wirtschaftwachstums der vergangenen Jahrzehnte wurden sie entsprechend auf- und ausgebaut. Gleichzeitig fallen erhebliche Investitionen zur Aufrechterhaltung dieser Systeme an. Der Sanierungsbedarf bis 2020 für Abwasseranlagen wird aufgrund von Alter und technischem Zustand auf bis zu 58 Mrd. € geschätzt. Darin enthalten ist etwa ein

sanierungsbedürftiges Fünftel der insgesamt rund 515.000 km öffentlicher Kanäle. Hinzu kommen nach den Schätzungen etwa 50 Mrd. € für private Entwässerungsnetze (DWA 2009; Berger/Falk 2011). Allein für das Jahr 2010 werden die notwendigen Summen für das Jahr 2010 auf 2,0 Mrd. € bzw. 4,5 Mrd. € für den Bereich der öffentlichen Wasserversorgung bzw. Abwasserbeseitigung geschätzt (ATT *et al.* 2011).

Auf der anderen Seite verändern sich seit einigen Jahren wichtige Rahmenbedingungen in vielerlei Hinsicht und mit zunehmender Geschwindigkeit. Diese Änderungen werden im Kapitel 2 ausführlich beschrieben, um den Handlungsdruck zur Weiterentwicklung der Wasserinfrastruktursysteme, der sich in den nächsten Jahren ergeben wird, deutlich zu machen. Um auf der anderen Seite den Rahmen für wasserwirtschaftliche Planungen auf kommunaler Ebene aufzuzeigen, wurden beispielhafte Analysen der typischen Prozesse und der beteiligten Akteure durchgeführt (Kapitel 3). Anschließend wird auf die vier Fallstudienkommunen eingegangen und die jeweilige Ausgangssituation und jüngere Entwicklungen analysiert (Kapitel 4).

Kapitel 5 beschreibt die zentralen Inhalte des NAUWA-Projekts: Es beinhaltet v. a. den angewendeten Szenario-Ansatz sowie die auf Basis der Ergebnisse von Szenario-Workshops unter Beteiligung lokaler Akteure erarbeiteten robusten Handlungsoptionen für die Kommunen, aus denen anschließend einzelne Bausteine zu einem strategischen Gesamtkonzept kombiniert wurden. In Kapitel 6 werden die Möglichkeiten diskutiert, die Erkenntnisse aus dem Projekt in Kommunen institutionell zu verankern. Kapitel 7 zeigt die bei einer Übertragung der Ergebnisse auf andere Kommunen wichtigen Aspekte auf, bevor abschließend in Kapitel 8 die wesentlichen Ergebnisse des Projekts zusammengefasst werden.

# 2 Umfeldveränderungen für urbane Wasserinfrastruktursysteme

Die Rahmenbedingungen der urbanen Wasserinfrastruktur werden sich bis 2050 in vielerlei Hinsicht erheblich verändern. Die im Rahmen des Projektes zu erarbeitenden Szenarien sollten entsprechend absehbare wichtige Trends und Entwicklungen berücksichtigen. Daher wird im Folgenden im Rahmen eines "Environmental Scanning" ein Überblick über die wichtigsten sich ändernden Rahmenbedingungen für die Wasserwirtschaft gegeben.

Aufgrund von Veränderungen in der Demografischen Entwicklung (2.1) wird sich die Nutzerstruktur und -zahl von Wasserdienstleistungen in Deutschland deutlich verändern: Vor allem auch die räumlich unterschiedliche Intensität und Ausrichtung dieser Prozesse verlangt frühzeitige Anpassungsstrategien an die zu erwartenden Veränderungen. Die mit den demografischen Prozessen einhergehende Alterung der Bevölkerung und der dadurch verursachte höhere und spezifischere Medikamentenkonsum der Bevölkerung können zu entsprechend höheren Verschmutzungen des Abwassers führen. Auswirkungen ergeben sich auch auf die Finanzierung der Wasserinfrastruktur, die durch den Rückgang der Infrastrukturnutzer belastet werden.

Abgekoppelt von der demografischen Entwicklung gestaltet sich die Siedlungsentwicklung (2.2) in Deutschland: Trotz durchschnittlichem Bevölkerungsrückgang werden bundesweit täglich ca. 87 ha zusätzliche Siedlungs- und Verkehrsfläche erschlossen – davon ca. 15 ha pro Tag in NRW. Die immer älter werdende Bevölkerung wohnt tendenziell in kleineren Haushalten und nimmt mehr Siedlungsfläche in Anspruch, die oft in dispersen Lagen erschlossen wird. Die dafür notwendigen Erschließungsmaßnahmen – auch für die Wasserinfrastruktur –, die bei Neuentwicklungen in peripheren Lagen besonders kostenaufwändig sein können, führen – verbunden mit dem Bevölkerungsrückgang – zu einer deutlichen Mehrbelastung des Gebührenhaushalts.

Ein weiterer zentraler Prozess im Umfeld der Wasserwirtschaft sind die lokalen Auswirkungen des globalen Klimawandels (2.3). Die derzeitigen Erkenntnisse lassen deutliche Veränderungen bei den Niederschlagsmengen und bei der Niederschlagsverteilung sowie eine Zunahme der Trockenwetterperioden vermuten. Urbane Räume und Landwirtschaft sind gleichermaßen durch Emissionen sowohl am Klimawandel beteiligt, als auch von dessen Folgen betroffen. Von daher sollte eine lokale Strategie sowohl die Vorbeugung (Mitigation) von als auch die Anpassung (Adaption) an Klimaveränderungen beinhalten. Während Vorbeugung auf kommunaler Ebene durch Maßnahmen zur Reduzierung der klimarelevanten Emissionen erreicht werden kann, ist es für die Siedlungswasserwirtschaft wichtig, langfristig Lösungen für die sich abzeich-

nende Zunahme von Starkregenereignissen und längere Trockenphasen zu entwickeln.

Des Weiteren ändern sich die rechtlichen Rahmenbedingungen (2.4): Aufgrund von Regelungen auf EU-, Bundes- und Landesebene sind für den Betrieb der Wasserinfrastruktursysteme neue ökologische Anforderungen bspw. hinsichtlich der Regenwasserbewirtschaftung oder auch der Elimination zusätzlicher Schadstoffe denkbar. Die auf EU-Ebene erlassene Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) hat zum Ziel, die Wasserpolitik stärker auf eine nachhaltige und umweltverträgliche Wassernutzung auszurichten. Durch entsprechende "Tochterrichtlinien" sind zusätzliche Anforderungen bspw. zu Qualitätszielen prioritärer Stoffe in Gewässer sowie grundwasserrelevante Fragestellungen geregelt.[1]

Auch die Technologie (2.5) und der technische Fortschritt beeinflussen die Art und das Ausmaß der Wasserver- und Abwasserentsorgung: Sowohl im wirtschaftlichen als auch im privaten Bereich führt vor allem die fortschreitende Verbreitung von Wasserspartechnologie zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Effizienz bei der Wassernutzung.

Diesen Veränderungsprozessen steht die hohe Kapitalbindung in wichtige Komponenten der Wasserinfrastruktursysteme mit langen Nutzungsdauern von teilweise 80 bis 100 Jahren gegenüber (Leitungs- und Kanalnetze). Vor diesem Hintergrund besteht eine wichtige strategische Herausforderung darin, über einen langfristigen Planungshorizont eine zukunftsfähige Ausgestaltung der Infrastruktur zu erreichen.

## 2.1 Demografische Entwicklung

Die demografische Entwicklung wird durch die Komponenten "Geburtenhäufigkeit", "Sterblichkeit" und "Wanderung" bestimmt. Nach Variantenberechnungen des Statistischen Bundesamtes mit unterschiedlichen Annahmen zur künftigen Entwicklung dieser Komponenten ist für Deutschland mit einem deutlichen Rückgang der Bevölkerungszahl bis 2050 zu rechnen. Dabei wird die Entwicklung in einzelnen Regionen sehr unterschiedlich ausfallen. Generell ist davon auszugehen, dass die neuen Bundesländer besonders vom Bevölkerungsrückgang betroffen sein werden. Hierbei werden in den alten wie auch in den neuen Bundesländern Wachstums- und Schrumpfungsprozesse in enger räumlicher Nachbarschaft stattfinden und durch Veränderungen der Alters- und Haushaltsstruktur begleitet.

### 2.1.1 Bevölkerungsdynamik

Die offizielle Bevölkerungsvorausberechnung[2] kommt bis 2050 auf eine kontinuierliche Schrumpfung der bundesdeutschen Bevölkerung von 82,5 Mio. (2003) auf 58,6 bis 81,3 Mio. – je nach Ausmaß der Zuwanderung aus dem Ausland (vgl. Abbildung 2-1). In Nordrhein-Westfalen wird die Bevölkerung bis 2050 – nach einer mittleren Schätzung – um 15,7 % von 18,1 auf 15,2 Mio. abnehmen (Statistisches Bundesamt 2007). 2060 wird jeder Dritte mindestens 65 und jeder Siebente mindestens 80 Jahre alt sein (Statistisches Bundesamt 2009).

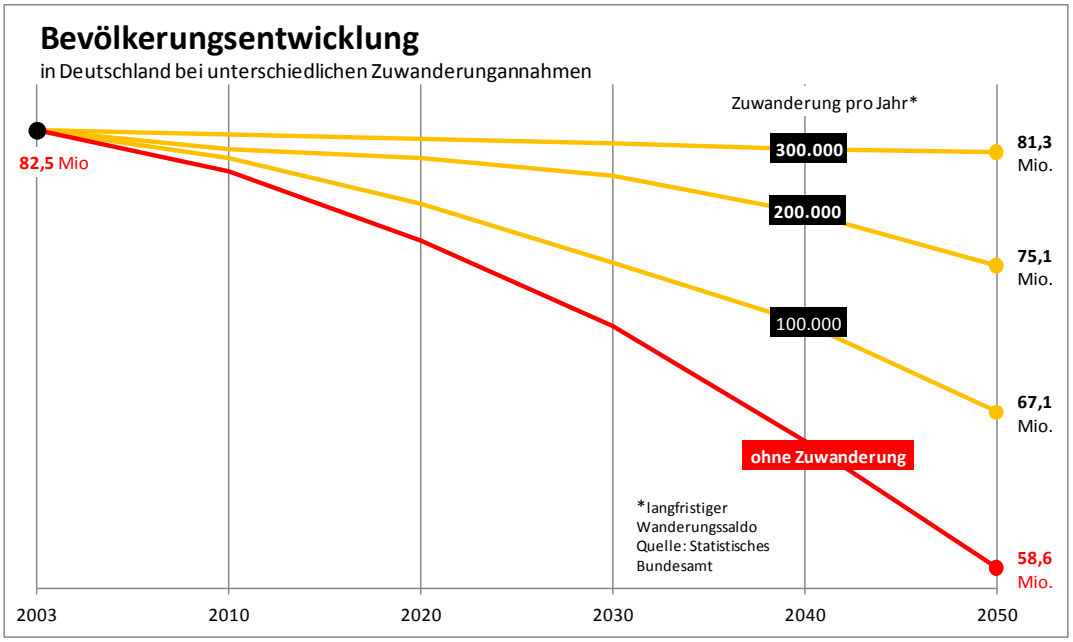


Abbildung 2-1: Bevölkerungsentwicklung bis 2050

(Quelle: Hahlen 2003)

Abbildung 2-2 verdeutlicht räumlich differenziert den Zeitraum des Wechsels von wachsenden oder stabilen zu schrumpfenden Regionen innerhalb Deutschlands. Sie stellt die Jahre der maximalen Bevölkerungszahl auf Kreisebene dar. Der Zeitpunkt des Übergangs von steigenden zu abnehmenden Bevölkerungszahlen schwankt zwischen den Regionen erheblich. In vielen Kreisen ist das Jahr der maximalen Bevölkerungszahl bereits überschritten. Insbesondere in den Neuen Bundesländern begann eine Vielzahl von Kreisen bereits vor dem Jahr 2000 in oft erheblichem Ausmaß zu schrumpfen. In NRW ist die Situation uneinheitlich. Es gibt sowohl Kreise, die ihre maximale Bevölkerungszahl bereits vor 15 Jahren hatten, als auch solche, die noch als stabil bezüglich einzuordnen sind und erst in den zwei Jahrzehnten nach 2025 voraussichtlich den Zeitraum der maximalen Bevölkerungszahl überschreitet (BBR 2006, S. 29). Die Pilotkommunen decken diesbezüglich eine große Bandbreite ab: Während

der Rhein-Sieg-Kreis (Wachtberg) nach dieser Prognose erst zwischen 2025 und 2044 sein Bevölkerungsmaximum erreicht, werden die Kommunen des Kreises Unna (Lünen) erst innerhalb der nächsten 15 Jahre (2010 - 2024) einen vorläufigen Bevölkerungshöchststand aufweisen. Im Kreis Mettmann (Velbert) ist dieser Wert bereits in der ersten Dekade der 2000er-Jahre erreicht worden, in der Stadt Gelsenkirchen, wie in den meisten Kernstädten des Ruhrgebiets, bereits im Zeitraum bis 1994.

Die natürliche Bevölkerungsentwicklung mit einer Geburtenhäufigkeit, die weit unter dem erforderlichen Niveau für eine stabile Bevölkerungszahl liegt, ist auch die Hauptursache für den fortschreitenden Prozess der *Alterung* (BBR 2004, S. 4). Die Konsequenzen sind weniger Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene, eine schrumpfende und alternde Bevölkerung im Erwerbsalter und mehr Menschen im höherem Alter (Statistisches Bundesamt 2006, S. 38-44). Im Bundesdurchschnitt wuchs das Durchschnittsalter von 1990 bis 2005 von 39 auf 42 Jahren, bis 2050 wird es auf 50 Jahre ansteigen (ebd., S. 17). Im gleichen Jahr wird der Anteil der über 65-Jährigen auf ein Drittel der Bevölkerung gewachsen sein (2005 = 19 %), während die Gesamtzahl der unter 20-Jährigen zwischen 2005 und 2050 um rund ein Drittel abnehmen wird (ebd., S. 38).

### 2.1.2 Auswirkungen

Für die raumbezogenen technischen Infrastrukturen wie Wasser, Abwasser oder Fernwärme bedeuten die demografischen Entwicklungen Anpassungsbedarf vor dem Hintergrund, dass die Effizienz dieser Infrastrukturen maßgeblich von der Bevölkerungsdichte abhängt und dass bei abnehmenden Nutzerzahlen zusätzliche technische Veränderungen aufgrund betrieblicher Probleme notwendig werden können. Teilweise ergeben sich kumulierende Effekte durch den Rückgang des einwohnerspezifischen Wasserverbrauchs seit den 1990er-Jahren sowie den deutlichen Rückgang des Wasserbedarfs bei Industrie und Gewerbe. Von Hillenbrand *et al.* (2010) wurden die möglichen Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Abwasserinfrastruktur sowie mögliche technische und organisatorische Lösungsansätze beschrieben. Zu unterscheiden sind betriebliche Auswirkungen für Wasserversorgung, Abwassertransportsystem und Kläranlagen sowie damit verbundene ökologische, strukturelle und ökonomische Auswirkungen. Typische betriebstechnische Probleme unterausgelasteter Abwasserkanäle sind Stoffablagerungen mit der Gefahr anaerober Verhältnisse und dadurch verursachter Geruchsbildung und biogener Schwefelsäurekorrosion, die zu einer Schädigung von Betonbauwerken im Kanalnetz führen kann. In Gebieten ohne hinreichende Mindestauslastung werden deshalb Gegenmaßnahmen (z. B. häufigeres Spülen von Kanalabschnitten, Maßnahmen gegen Geruchsentwicklung, Schutz der Kanäle und Schächte vor Korrosion, bauliche Anpassungen) notwendig. Zusätzlich wirken sich

lange Aufenthaltszeiten des Abwassers im Kanal auch auf die Leistungsfähigkeit der Kläranlage aus (Vorabbau der leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen im Kanalnetz).

Als besonders wichtig werden die ökonomischen Auswirkungen eingeschätzt, die vor dem Hintergrund der Fixkostenproblematik im Bereich der (Ab-)Wasserinfrastruktur zu erwarten sind: Zurückgehende Nutzerzahlen bedeuten sowohl für die Wasserver- als auch die Abwasserentsorgung zurückgehende (Ab-)Wassermengen und bei den derzeitigen Tarifstrukturen für Wasser und Abwasser deutlich zurückgehende Einnahmen. Aufgrund des hohen Fixkostenanteils von etwa 80 % können die Kosten jedoch nur in geringem Umfang reduziert werden. Soweit nicht durch Effizienzverbesserungen oder Anpassungsmaßnahmen die Entwicklung beeinflusst werden kann, sind deutliche Erhöhungen der spezifischen Wasserpreise bzw. Abwassergebühren in den vom demografischen Wandel stark betroffenen Gebieten die Folge.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des demografischen Wandels ist die altersbedingte Zunahme von Krankheiten und die Notwendigkeit, das Gesundheitswesen auf eine älter werdende Bevölkerung umzustellen. Eine aktuelle Studie weist auf das Ausmaß der künftigen Probleme der Gesundheitsversorgung hin (IGSF 2009). Für die Wasserinfrastruktur kann v. a. die Veränderung der Abwasserzusammensetzung relevant werden: Eine alternde Bevölkerung verursacht einen zunehmenden Verbrauch von Medikamenten (Hof 2001) und damit auch einen erhöhten Gehalt an Pharmaka und deren Abbauprodukte (Mikroschadstoffe) in kommunalen Abwässern (Hillenbrand/Hiessl 2006a, S. 1269). Diese sind teilweise durch eine schlechte biologische Abbaubarkeit (Persistenz) gekennzeichnet und können sich in der Nahrungskette anreichern (Bioakkumulation) sowie toxische oder teilweise ungeklärte Auswirkungen auf aquatische und nichtaquatische Organismen haben.

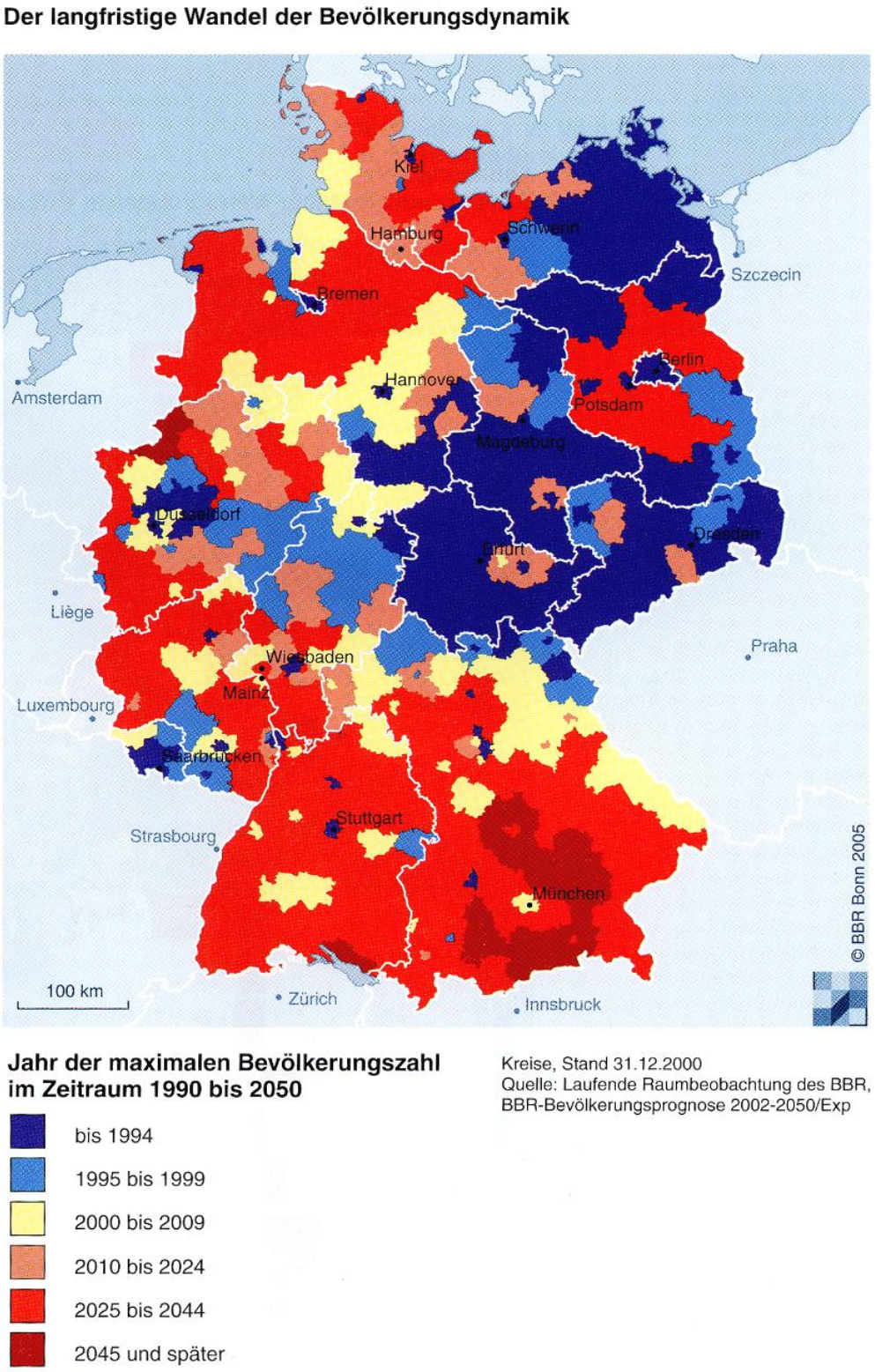


Abbildung 2-2: Veränderung der Bevölkerungszahlen – Ausblick bis 2050

(Quelle: BBR 2006, S. 29)

## 2.2 Flächennachfrage und Siedlungsentwicklung

Neben Wasser stellt auch der Boden eine wichtige natürliche Ressource dar. Er ist einerseits eine wichtige Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen und andererseits von hoher Bedeutung für die wirtschaftliche Entwicklung. Neben anderen Funktionen ist der Boden Grundlage für Siedlung, Erholung, Verkehr, Ver- und Entsorgung sowie sonstiger Nutzungen. Für das Ökosystem Boden problematisch ist dabei v. a. die erhebliche Neuinanspruchnahme von Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke (Flächenverbrauch). Diese kann bis zu einem gewissen Maße durch Instrumente der räumlichen Planung gesteuert werden, auf die im weiteren Verlauf des Kapitels eingegangen wird. Anschließend werden die Entwicklungen auf Ebene der Privathaushalte und dem Wohnungsmarkt beschrieben, um darauf aufbauend auf die infrastrukturellen Konsequenzen einzugehen. Im letzten Abschnitt werden die Auswirkungen für die kommunale Wasserinfrastruktur beschrieben.

### 2.2.1 Siedlungs- und Verkehrsfläche

In Deutschland findet im Zuge der postindustriellen Wirtschafts- und Strukturentwicklung ein kontinuierlicher Rückgang der landwirtschaftlich genutzten Flächen statt. Zwar werden auf der einen Seite landwirtschaftlich weniger ergiebige Flächen oft in Grünlandbrachen umgewandelt oder renaturiert, auf der anderen Seite werden auf diesen Flächen neue Wohn- und Gewerbegebiete erschlossen (Helm 2006, S.30): 12,5 % der Gesamtfläche der Bundesrepublik wird für Siedlungs- und Verkehrszwecke genutzt. Diese Fläche nimmt derzeit nach Angaben des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung in Deutschland täglich um ca. 87 ha (2007 – 2010) zu (Statistisches Bundesamt 2011). Rund 50 % davon werden versiegelt, also mit festen Materialien bedeckt (bauliche Anlagen, Asphalt, Beton, Pflasterung etc.). Nach den Zielen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands soll die Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr auf 30 ha im Jahre 2020 vermindert werden (Bundesregierung 2002, S. 288). Abbildung 2-3 zeigt, dass sich die Zunahme bereits seit 2004 verlangsamt hat. Darin schlagen sich auch die beschriebene demografische Entwicklung sowie ein verlangsamtes Wirtschaftswachstum nieder. Wichtigste Ursache für das immer noch anhaltende Siedlungsflächenwachstum ist immer noch der Wohnungsbau.

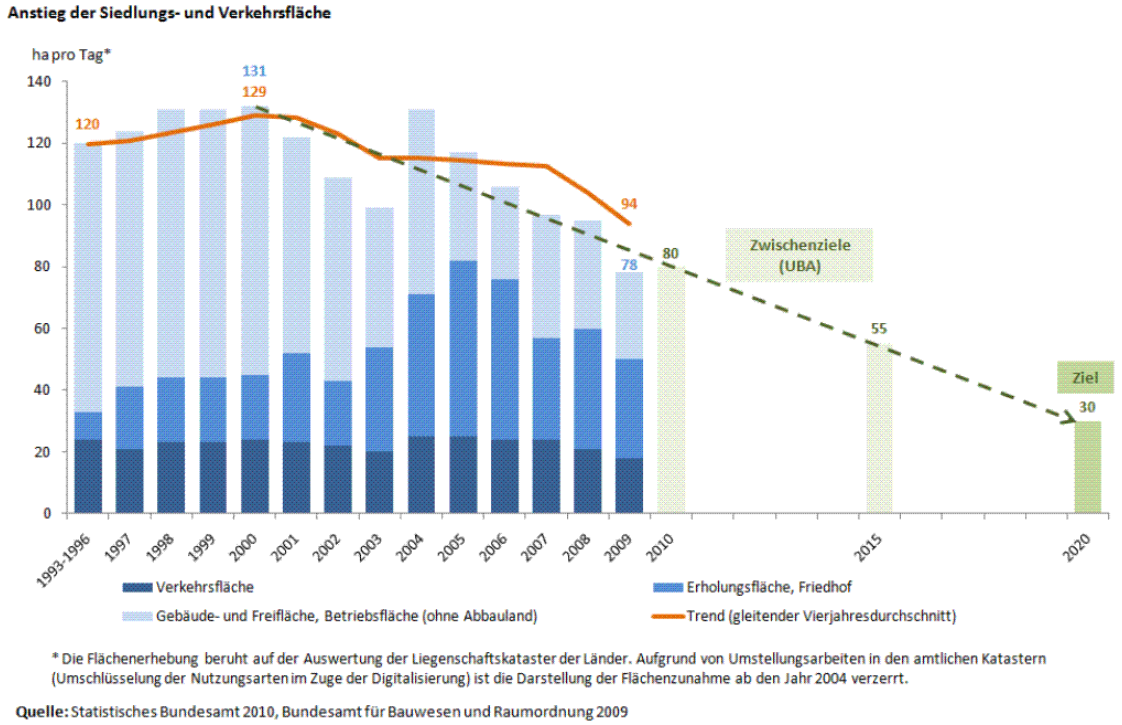


Abbildung 2-3: Entwicklung der täglichen Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche

(Quelle: UBA 2011)

Die statistischen Erhebungen zeigen weiterhin, dass die Dynamik dieser Entwicklung in West- und Ostdeutschland sehr unterschiedlich war: Insgesamt lag die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche zwischen 1988 und 2000 in Deutschland bei 13,1 %. Dies verteilte sich auf eine Zunahme von 12,1 % im Westen und 17 % in den neuen Bundesländern. Gleichzeitig nahm die Bevölkerung dort um 9,6 % ab, während sie in den alten Bundesländern um 8,8 % anwuchs (UBA 2004). Diese Zahlen belegen, dass die Ausweitung urbaner Strukturen in den vergangenen Jahrzehnten vor allem bei der aufholenden Entwicklung im Osten weitgehend abgekoppelt von der Bevölkerungsentwicklung verlief (vgl. auch Werner 2006).

In Nordrhein-Westfalen ist der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche aufgrund der großen Verdichtungsräume an Rhein und Ruhr mit 22,4 % fast doppelt so hoch wie im Bundesdurchschnitt und im Bundesländervergleich am höchsten (unter Außerachtlassung der Stadtstaaten). Die besiedelte Fläche hat in NRW von 1992 bis 2010 um 14,6 % zugenommen, der tägliche Flächenverbrauch lag im gleichen Zeitraum bei rund 38 ha (Statistisches Bundesamt 2011).

Der kontinuierliche Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) geht mit folgenden Herausforderungen für die Kommunen einher, die sich je nach Bevölkerungsdy-

namik, Lage im Raum und wirtschaftlicher Entwicklung unterscheiden können (BBR 2007):

- wachsende Wohnflächenansprüche sowie eine steigende Zahl von Einpersonenhaushalten,
- Flächenansprüche großflächiger Handels- und Dienstleistungsbetriebe,
- gestiegene Mobilitätsbedürfnisse und Freizeitansprüche der modernen Gesellschaft, wachsende Verkehrsströme zwischen Kernstadt und Umland,
- rascher Nutzungswandel,
- disperse Siedlungsentwicklung: anhaltende Suburbanisierungsprozesse von Bevölkerung, produzierendem Gewerbe, Handel und zunehmend auch Dienstleistungen,
- Einwohnerverluste, sozialräumliche Entmischung (Segregation), zurückgehende Steuereinnahmen in den Kernstädten bei gleichzeitig konstant hohen Kosten für den Erhalt von Infrastruktureinrichtungen,
- Probleme und Hemmnisse bei der Reaktivierung von Brachen, die parallel zum Baugeschehen "auf der grünen Wiese" in vielen Kernstädten zu einer zunehmenden Dekonzentration führen.

Durch die oben beschriebenen Entwicklungen ergibt sich eine doppelte Bedrohung für natürliche Ökosysteme: Einerseits geht der anhaltende Siedlungsdruck und die Flächeninanspruchnahme durch den Menschen mit einer Reduzierung des Potenzials an natürlichen Flächen einher. Andererseits ist die Zersiedlung der Landschaft auch mit einer Unterbrechung bzw. Zerschneidung von Korridoren zwischen bestehenden natürlichen Ökosystemen verbunden, was zur Störung der ökologischen Funktionsfähigkeit führt. Durch die oft disperse Verteilung der Zunahme der SuV kommt es dadurch zu einer überproportionalen Ausdehnung der (Wasser-)Infrastruktur. Dadurch werden neben dem Infrastrukturerhalt zusätzliche Kosten erzeugt.

Eine weitere Problematik in diesem Zusammenhang ist die Altersstruktur der Wohngebäude. So hat die Dekra Real Expertise (2008) festgestellt, dass fast jedes dritte Einfamilienhaus in Deutschland renovierungsbedürftig ist, obwohl der Bestand noch relativ jung sei. Hinzu käme ein erheblicher Modernisierungsbedarf in energetischer Hinsicht: Rund 50 % der zwischen 1949 und 1960 errichteten Einfamilienhäuser sind bislang nicht umfassend saniert worden und entsprechen damit nicht dem heutigen Stand der Technik.

### 2.2.2 Private Haushalte und Wohnungsmarkt

Die oben beschriebenen Schrumpfungsprozesse wirken sich nicht im gleichen Maße auf die Wohnbebauung aus. Vielmehr wird durch die Alterung und die zunehmende Individualisierung der Gesellschaft die Tendenz zu mehr kleineren Haushalten noch verstärkt (vgl. Abbildung 2-4). Die Anzahl der Haushalte wird noch bis ca. 2020 ansteigen und bis 2030 in etwa stabil bleiben (Statistisches Bundesamt 2003).

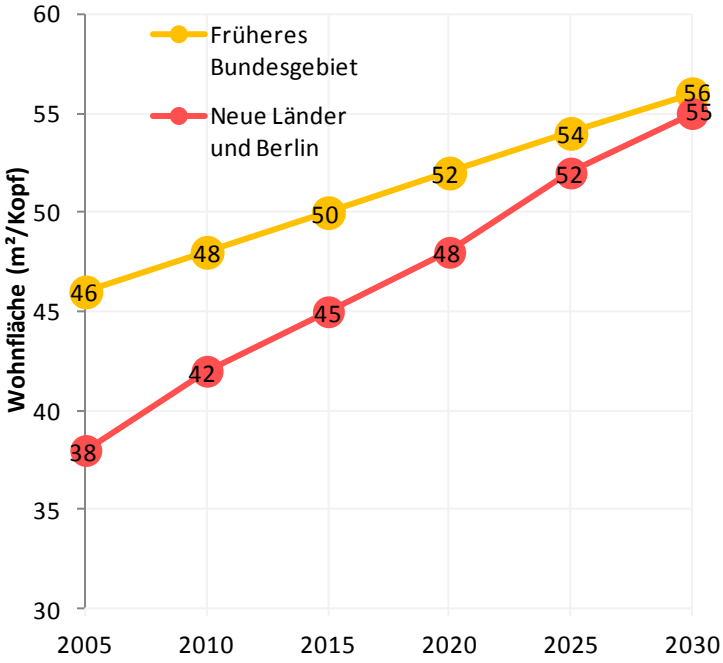


Abbildung 2-4: Prognose der Wohnflächenentwicklung

(Quelle: Empirica 2005)

Der Anteil der Ein- und Zweipersonenhaushalte wird erheblich zunehmen, selbst in Städten und Regionen mit größeren Bevölkerungsabnahmen. Die großen Haushalte sind dagegen im Umkehrschluss von Schrumpfung und Stagnation überproportional betroffen (BBR 2004, S. 8).

Der Druck auf die Ausweitung der Siedlungs- und Verkehrsfläche bleibt durch diese Trends bestehen und wird noch verstärkt durch den kontinuierlich steigenden Wohnflächenbedarf pro Person: Einer LBS-Prognose zufolge wird die Pro-Kopf-Wohnfläche in Westdeutschland von heute 46 $m^2$ um gut 20 % auf 56 $m^2$ im Jahr 2030 wachsen. In den neuen Ländern ist die Steigerungsrate sogar doppelt so hoch (Empirica 2005).

Auf der anderen Seite kommt es kleinräumig in den von Schrumpfung betroffenen Kommunen auch zu Wohnungsleerständen: Nach Deilmann *et al.* (2005) stieg der Anteil leer stehender Wohnungen in Städten über 100.000 Einwohner im Bundesdurchschnitt von 10,3 % in 1995 auf 18,6 % in 2000. Aber die Entwicklung wird sich in erster Linie in Abhängigkeit von der Gebäudestruktur des städtischen Teilraums abspielen: In Gebieten mit Ein- und Zweifamilienhausbebauung werden Nachfragezuwächse erwartet, in anderen Bebauungsstrukturen dagegen Stagnationen oder ein deutlicher Rückgang der Wohnungsnachfrage.

### 2.2.3 Fiskalische Konsequenzen

Eine stadtentwicklungspolitische Herausforderung ergibt sich mittel- und langfristig durch die Belastung öffentlicher Haushalte durch Siedlungserweiterungen. Während die Kommunen in Deutschland schon seit längerem von einer zunehmend angespannten Haushaltslage betroffen sind, verschlechtern rückläufige Einkommenssteuereinnahmen durch Bevölkerungsrückgang die Einnahmesituation (Verringerung des Anteils der Erwerbstätigen). Den rückläufigen Einnahmen stehen nicht im selben Maß sinkende Ausgaben (z. B. im Bereich Soziales) gegenüber, insbesondere in Gemeinden, die von Schrumpfungsprozessen betroffen sind. Probleme in Bezug auf die Versorgung mit technischer und sozialer Infrastruktur, wie Bildung, medizinische Versorgung und öffentlicher Personennahverkehr verstärken sich. Durch die raschen Veränderungen der Altersstruktur der Bevölkerung werden die infrastrukturellen Anpassungsprobleme weiter verstärkt, da infrastrukturelle Einrichtungen in der Regel altersgruppenspezifisch sind (z. B. Kindergarten-, Schul-, Ausbildungs-, Altenheimplätze).

Aus diesem Grunde sind viele Gemeinden bestrebt, ihre Steuereinnahmen zu erhöhen, einerseits durch die Anhebung der Realsteuerhebesätze (vgl. ifo 2008: S. 24), andererseits – im interkommunalen Wettbewerb– durch die Schaffung neuer Wohnungen und Arbeitsplätze. Dieses Bestreben lässt sich häufig nicht mit dem Ziel einer kompakten Gemeindeentwicklung vereinbaren und zieht ein erhöhtes Verkehrsaufkommen nach sich (vgl. Gutsche 2004, S. 36). Auch haben inzwischen zahlreiche Studien nachgewiesen, dass die Ausweisung neuer Wohn- und Gewerbegebiete in der fiskalischen Bilanz, d. h. unter Berücksichtigung der Investitions- und Folgekosten für die notwendigen infrastrukturellen Einrichtungen und Anlagen, negativ zu Buche schlägt (Gutsche 2004, Schiller/Siedentop 2005). Das liegt z. T. auch an einer zu optimistischen Einschätzung der Zuwanderung von Neu-Einwohnern aufgrund der unzureichenden Berücksichtigung des demografischen Wandels (Preuß 2009, S. 13). Desweiteren sinkt der Bedarf an Kinder- und Jugendeinrichtungen, die sich aber oft kurz- und mittelfristig nicht zurückbauen lassen. Dafür werden zusätzliche Investitionen in altersspezifische und altengerechte Infrastruktureinrichtungen erforderlich, so dass die Aus-

gaben für soziale Infrastruktur ansteigen können. Die Auswirkungen dieser Prozesse werden künftig einerseits durch die zunehmende Einführung des Neuen Kommunalen Finanzmanagements und andererseits durch die Neuentwicklung und Verbreitung von computergestützten Tools zur Folgekostenberechnung[3] künftig transparenter werden. Darüberhinaus führen interkommunale Wanderungen teils zu Leerständen, teils zu Überlastung bestimmter Einrichtungen, was die Bereitstellungskosten zusätzlich in die Höhe treiben kann.

### 2.2.4 Auswirkungen

Die täglich zunehmende versiegelte Fläche bedeutet auch eine Zunahme der zu entwässernden Fläche und stellt damit einen Eingriff in den Wasserhaushalt dar. Die zunehmende Versiegelung beeinflusst so auch die Wasserinfrastrukturen. Aber auch die Siedlungsstruktur und -dichte der Kommune haben einen maßgeblichen Einfluss auf Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung: Es macht einen großen Unterschied für die Kosteneffizienz der Systeme, ob eine Gemeinde kompakt und dicht bebaut ist, mehrere räumliche unabhängige Ortsteile aufweist, oder dünn besiedelt und locker bebaut ist (vgl. Schiller/Siedentop 2005, Westphal 2008).

## 2.3 Klimaentwicklung

Die bisherige Forschung, v. a. durch den Zwischenstaatlichen Ausschuss zum Klimawandel der Vereinten Nationen (IPCC) legt nahe, dass der Mensch einen Beitrag zu den globalen Klimaänderungen leistet. Es ist daher weitgehend unstrittig, dass das globale Klima sich verändert[4] und der Mensch wesentliche Klima bestimmende Faktoren beeinflusst (vgl. UBA 2008). Auch wenn die Ursachen weitgehend geklärt sind, sind Prognosen globaler Klimamodelle nach wie vor zu unsicher, um genaue Aussagen zu einer zukünftigen Klimaentwicklung machen zu können.

### 2.3.1 Temperaturanstieg

Aussagen zum Temperaturanstieg in Folge des anthropogenen Treibhauseffekts gehörten zu den ersten bekannt gewordenen Auswirkungen des Klimawandels. Die heute angewandten Verfahren zur Abschätzung der Temperaturentwicklung können als durchaus robust eingeschätzt werden, da sie in geringerem Maße der kleinräumigen Dynamik und lokalen Effekten unterliegen als bspw. der Niederschlag und auch von weniger Randbedingungen abhängen (vgl. Helm 2006, S. 20).

Das IPCC (2001b) gibt als Synthese aus Literaturstudien einen Anstieg der Temperaturmaxima, -minima und Hitzetage sowie eine Abnahme der Kälte- und Frosttage und

Temperaturschwankungen über alle Landmassen zu 90 - 99 % wahrscheinlich an. Das heißt, die mittlere Temperatur der Erde wird zunehmen, was auch durch empirische Daten für Nordrhein-Westfalen im Rahmen einer Klimastudie (im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) bestätigt wurde. Im Zeitraum 2001-2005 wurde ein Temperaturanstieg der mittleren Lufttemperatur um 1,5°C und ein Rückgang der Frosttage um durchschnittlich 30 % sowie eine Zunahme der heißen Tage um 136 % - verglichen mit dem Referenzzeitraum 1950 – 2000 – ermittelt (MUNLV 2009, S. 19).

### 2.3.2 Veränderung des Wasserkreislaufs

Durch die Erhöhung der Temperatur wird der Wasserkreislauf intensiviert. Dies lässt sich direkt für die Verdunstung und die Verteilung sowie Quantität des Niederschlags nachweisen. Im globalen Mittel werden der atmosphärische Wasserdampf, Verdunstung und Niederschläge zunehmen (Fleischhauer 2004, S. 19). Neben der langfristigen Veränderung des Niederschlags- und Temperaturmusters werden auch kurzzeitige Klimawirkungen in Form einer Zunahme von Extremwetterlagen wie z. B. Starkregenereignisse, also ein Niederschlag von hoher Intensität (hohe Dichte pro Zeiteinheit), und längere Trockenperioden erwartet (IPCC 2001a, S.570ff). Diese Aussagen sind allerdings mit deutlich höheren Unsicherheiten behaftet.

Für Nordrhein-Westfalen wurde bereits festgestellt, dass sich das Abflussregime vieler Flüsse im Zuge des Klimawandels saisonal ändert: verursacht durch Verschiebungen im Niederschlagsregime (mehr Regen im Winter, dafür weniger im Sommer) erhöht sich im Winter die Abflussmenge, während sie im Sommer geringer wird. Projektionen für Ems, Weser und Wupper zeigen, dass sich dieser Trend fortsetzen wird. Trotz einer insgesamt zu erwartenden leichten Zunahme an Niederschlägen könnte aufgrund der starken Erhöhung der Verdunstung in einigen Regionen der Abfluss und die Grundwasserneubildung abnehmen (v. a. in den Mittelgebirgsregionen Eifel und Sauerland) (MUNLV 2009, S. 156).

Die o. g. Studie weist auch auf die Auswirkungen dieser Phänomene auf den saisonabhängigen Wasserverbrauch hin. Im Sommer ergibt sich aufgrund möglicher längerer Trockenperioden ein erhöhter Wasserbedarf für Gartenbewässerung sowie für Kühlzwecke in Gebäuden, Fahrzeugen und in der Industrie. Insbesondere im Energiesektor kann es durch die zunehmende Erwärmung der Gewässer und die gleichzeitig zu erwartende Abnahme der Abflüsse im Sommer zu Risiken im Zusammenhang mit der Kühlwasserverfügbarkeit kommen. Darüber hinaus könnte aufgrund der zu erwartenden Veränderungen im Heiz- und Kühlbedarf von Gebäuden der Energie- und damit der Kühlwasserbedarf entsprechend steigen (MUNLV 2009).

### 2.3.3 Klimaschutz und -anpassung

In der Literatur wird zwischen Vorbeugung (oder *Mitigation*) und Anpassung (oder *Adaptation*) unterschieden. Vorbeugende Strategien haben die Verringerung von Treibhausgasemissionen zum Ziel und beinhalten Maßnahmen wie Ausbau des Anteils an regenerativer Energie, bessere Energieeffizienz, Wärmedämmung, Reduzierung der Flächenneuinanspruchnahme und Vermeidung von motorisiertem Verkehr. Das in den letzten Jahrzehnten vorherrschende Leitbild der kompakten Stadt eignet sich nicht nur zur Reduzierung des Flächenverbrauchs, sondern auch zur Minderung der treibhausgasrelevanten Emissionen:

- Heiz-, Kühl- und Strombedarf steigt mit sinkender Haushaltsgröße und steigender Wohnfläche pro Person,
- Wärmeverluste der Gebäude steigen, bei großer Oberfläche im Verhältnis zum Gebäudevolumen (wie bei Einfamilienhäusern) und
- Verkehrsaufkommen und Länge der Infrastrukturnetze steigen bei geringerer Siedlungsdichte (NABU 2007).

Die Strategien zur Anpassung reagieren hingegen auf die zu erwartenden Klimafolgen, in dem sie Schutzmaßnahmen beispielsweise vor Sommerhitze, Stürmen und Hochwasser enthalten. Dazu gehört z. B. die strategische Ausweisung von Grünflächen, um das städtische Mikroklima zu verbessern und den Hitzeinseleffekt zu verringern. Bis auf wenige Fälle (z. B. Hochwasserschutz) sind diese Strategien im Städtebau allerdings noch nicht sehr etabliert (vgl. MUNLV 2009, S. 244). Da die genauen Erfordernisse aufgrund der Unsicherheiten bei der Klimaentwicklung für konkrete Maßnahmenplanung nicht ausreichend genug quantifizierbar sind, setzt sich zunehmend die so genannte "no-regret"-Strategie durch. Hierbei werden nur Maßnahmen ergriffen, die aus heutiger Sicht in jedem Fall sinnvoll und kosteneffizient sind und in der Zukunft flexibel anpassbar bleiben.

### 2.3.4 Auswirkungen

Der Klimawandel hat verschiedene Auswirkungen auf die Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungseinrichtungen (vgl. Hillenbrand/Hiessl 2006a, S. 1266). In Deutschland sind noch zwei Drittel der Kanalisation als Mischsystem ausgelegt. In diesen Fällen dient die Kanalisation nicht nur zur Ableitung von Abwasser, sondern auch zur Ableitung des Niederschlagswassers von versiegelten Flächen (Stadtentwässerung). Die klimatischen Veränderungen führen einerseits zu einer Zunahme von Starkregenereignissen. Andererseits kommt es auch zu längeren Trockenphasen, in denen der Abwasseranfall geringer ausfällt. Im Bereich der Wasserversorgung können dadurch größere Schwankungen im Wasserverbrauch, beispielsweise höhere Wasserbe-

darfsspitzen, verursacht werden, die sich negativ auf den Betrieb der Systeme auswirken.

Auch die Landwirtschaft, die in vielen ländlichen oder suburbanen Gemeinden für die lokale Wirtschaft eine wichtige Rolle spielt, ist durch den vom Klimawandel verursachten Temperaturanstieg und Veränderungen im Wasserkreislauf betroffen. Die Schädlingsarten verändern sich und stellen die Landwirte vor neue Herausforderungen. Darüber hinaus sind vor allem die Hanglagen von den negativen Folgen von Starkniederschlägen betroffen, da u. a. die Erosionsprozesse beschleunigt werden. Insbesondere große Ackerflächen sind vor der Aussaat, also ohne Bewuchs, äußerst anfällig für den Abtrag der Bodenkörner durch Niederschläge. Durch die erosionsbedingten Nährstoffeinträge besteht die Gefahr der Zunahme der Gewässerbelastungen. Nach einer Studie der Universität von Michigan hat die Stärke der Erosion innerhalb der letzten 1.000 Jahre durch menschliche Einflüsse extrem zugenommen (Scinexx 2005). Auf der anderen Seite profitiert die deutsche Landwirtschaft auch von den Auswirkungen des Klimawandels: Die Klimaänderung begünstigt eine intensivere Landwirtschaft mit mehr Fruchtfolgen durch eine längere Vegetationsperiode, was wiederum zu einem höheren Bewässerungsbedarf führen kann.

## 2.4 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Wasserwirtschaft ist von zahlreichen gesetzlichen Rahmenbedingungen auf verschiedenen legislativen Ebenen bestimmt. Als Ergebnis der Umweltpolitik der Europäischen Union sind zahlreiche Richtlinien erlassen worden, die die Wasserver- und Abwasserentsorgung regulieren – die wichtigsten für die Kommunen sind die Wasserrahmenrichtlinie und die Hochwassermanagementrichtlinie. Eine weitere Neuregelung auf Landesebene ist die Anforderung an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren (Trennerlass NRW).

### 2.4.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL[5]) von 2000 gilt für alle binnenländischen Oberflächengewässer, alle Übergangs- und Küstengewässer sowie das Grundwasser und hat zum Ziel, bis zum Jahr 2015 diese Gewässer in einen guten strukturellen, physikalischen, chemischen und biologischen Zustand zu versetzen. Um die vorgegebenen Qualitätsziele zu erreichen, werden die Gewässer künftig flussgebietsbezogen, Staats- und Ländergrenzen überschreitend bewirtschaftet, sowie koordinierte Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne aufgestellt. Dabei werden Belastungen aus Punktquellen (das sind vor allem industrielle Einleitungen und solche aus Kläranlagen) und

diffuse Quellen (das sind vor allem Einträge aus landwirtschaftlicher Tätigkeit) gemeinsam betrachtet (Art. 10 WRRL).

Die WRRL verweist in Art. 17 auf zwei abgeleitete Richtlinien (="Tochterrichtlinien"): Zum einen wurden für den Schutz und die Erhaltung des Grundwassers Maßnahmen zur Verhinderung und Begrenzung der Grundwasserverschmutzung erlassen.[6] Zum anderen sollen im Anhang X der WRRL für bestimmte Schadstoffe oder Schadstoffgruppen, die ein erhebliches Risiko für die aquatische Umwelt darstellen ("prioritäre Stoffe"), Umweltqualitätsnormen für Jahresmittelwerte und Maximalkonzentrationen vorgegeben werden. Die Festlegung dieser Umweltqualitätsnormen erfolgte durch die Tochterrichtlinie "Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik".[7] Danach haben die Mitgliedsstaaten die Einleitung der prioritären Stoffe schrittweise zu reduzieren und die Einleitung der prioritären gefährlichen Stoffe ganz oder schrittweise innerhalb von 20 Jahren einzustellen. Die Umsetzung erfolgte in Deutschland durch die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011.

Zur Umsetzung der WRRL in Nordrhein-Westfalen wurde auf Grundlage einer umfangreichen Analyse und Bewertung des Zustandes der größeren Gewässer und des Grundwassers ein Bewirtschaftungsplan erstellt, der sowohl die Funktionen der Gewässer als auch die individuellen ökologischen und chemischen Ziele enthält. Das Land hat den Bewirtschaftungsplan und das Maßnahmenprogramm als steuerndes Instrument im wasserwirtschaftlichen Vollzug und bei sonstigen regionalen Planungen inzwischen fertiggestellt (MKULNV 2011). Hieraus resultieren Maßnahmen, die seitens der Kommunen mit umgesetzt werden müssen.

### 2.4.2 Hochwassermanagementrichtlinie

Als Ergebnis der zeitweisen Hochwasserereignisse großer europäischer Ströme wie Elbe und Donau hat die EU in 2007 die Hochwassermanagementrichtlinie zur grenzüberschreitenden Hochwasservorsorge erlassen. Sie sieht vor, dass die EU-Mitgliedsländer Hochwasserrisikokarten zur vorläufigen, flussgebietsbezogenen Bewertung des Hochwasserrisikos erstellen und sich auf gemeinsame Pläne zum Hochwassermanagement einigen. Neue technische Möglichkeiten, z. B. in Bezug auf die Simulation verschiedener Hochwasserszenarien, haben in den letzten Jahren die Erarbeitung neuer Strategien, Methoden und Lösungen ermöglicht, die für die Hochwasservorsorge und Hochwassergefahrenabwehr vor Ort pragmatisch umgesetzt werden können. Aus diesem Grunde werden die Auswirkungen dieser Richtlinie insbesondere für die Kommunen in Flusslagen relevant sein.

### 2.4.3 Regelungen zu Wasser- und Abwassertarifen

Die Abwasserentsorgungsbetriebe sind in aller Regel öffentlich-rechtlich organisiert, sei es als Regie- oder Eigenbetrieb, als Verband oder als Anstalt öffentlichen Rechts (AöR). Gesetzliche Grundlage für die Gebührensatzungen ist das Kommunalabgabengesetz NRW (KAG). Es regelt in § 2 Abs. 1 S. 2, dass die Satzungen unter anderem den Maßstab der Abgabe angeben müssen. Laut einem Grundsatzurteil des OVG Münster vom 18.12.2007 (Az.: 9 A 3648/04) sind Abwassergebührensatzungen nichtig, die lediglich den Trinkwasserverbrauch als Gebührenmaßstab angeben und nicht das angefallene Niederschlagswasser gesondert betrachten. Durch die Einführung einer gesplitteten Abwassergebühr ergeben sich finanzielle Anreize zur Entsiegelung sowie zur Regenwasserbewirtschaftung. Während die Schmutzwassergebühr nach Maßgabe des gebrauchten Frischwassers ermittelt wird, basiert die Niederschlagswassergebühr auf der entwässerten Grundstücksfläche (ATT *et al.* 2011, S. 75). Sowohl bei der Schmutz-, als auch der Niederschlagswassergebühr kann über eine Grundgebühr ein Anteil der Fixkosten, unabhängig vom individuellen Verbrauch bzw. von der jeweiligen Größe der ans Kanalnetz angeschlossenen abflusswirksamen Fläche, erhoben werden.

Zusätzlich zu den Gebühren können von den nordrhein-westfälischen Städten und Gemeinden Beiträge "für den Ersatz des Aufwandes für die Herstellung, Anschaffung und Erweiterung öffentlicher Einrichtungen oder Anlagen" nach § 8 KAG erhoben werden. Dazu gehört auch der (Kanal-)anschlussbeitrag.[8]

## 2.5 Technologische Innovationen

Der Bereich der Technologie ist für die urbane Wasserinfrastruktur v. a. im Hinblick auf zwei Aspekte relevant: Zum einen werden die Systeme durch technologische Innovationen zunehmend effizienter, zum anderen ist der rückläufige Wasserverbrauch mit bestimmten technologischen Innovationen verbunden, die im 2. Teil dieses Kapitels behandelt werden. Langfristig nimmt die Beschleunigung des technischen Fortschritts seit Jahren kontinuierlich zu.[9] Er hat direkte Auswirkungen auf die Nutzungs- und Lebensdauer einer (Bau-) Maßnahme. Dabei sind einige Technologien derzeit einem besonders raschen Wandel unterworfen: Informations- und Kommunikations- (IuK), Bio-, Nano- und Sensortechnologie. Hinzu kommen kontinuierliche Verbesserungen der Wasser- und Energieeffizienz bei industriellen und gewerblichen Produktionsprozessen, bis hin zur wasserfreien Produktion. Auch bei den Endprodukten spielt Energie- und Wassereffizienz eine immer größere Rolle ("weiße Ware").

### 2.5.1 Landwirtschaft

Die Wechselbeziehungen von Landwirtschaft und Wasser führen im Laufe der Zeit zu einer Veränderung des Wasserhaushalts. Die Intensivierung der Landwirtschaft führt zu einer beträchtlichen Erhöhung der Wasserentnahmen, die sich am Absinken des Grundwasserspiegels oder der verringerten Wasserführung von Flüssen ablesen lassen (Strosser *et al.* 2009). Neue technische Entwicklungen erlauben allerdings eine zielgerichtetere und ortsdifferenzierte Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen (precision farming – präziser Ackerbau). Die kleinräumige Boden- und Pflanzenbestandsführung ermöglicht eine gezieltere Saat bzw. Düngung und kann damit zu Einsparungen von Betriebsmitteln, ökologische Entlastung durch geringeren Einsatz von Herbiziden und Einsparung von Wasser führen.

### 2.5.2 Produktion und Verfahren

Vor dem Hintergrund der Ressourcenknappheit und der zunehmenden Einsicht in die Notwendigkeit eines nachhaltigen Wirtschaftens haben sich in der produzierenden Wirtschaft drei Leitbilder herauskristallisiert, die bei der Entwicklung neuer Prozesse, Produkte und Produktnutzungsformen eine Rolle spielen:

- Schonung der stofflichen und energetischen Ressourcen:
  Dies erfordert innovative Technologien zur Verbesserung der Ökoeffizienz und damit der Produktivität bei gleichzeitiger Schonung der natürlichen Ressourcen. Neben den additiven Techniken kommen künftig im Zuge der Reinvestition verstärkt integrierte Techniken zum Einsatz, die die Entstehung von unproduktiven und umweltschädlichen Emissionen / Abfällen durch Änderung der eigentlichen Produktionsprozesse bspw. durch eine bessere Regelung und durch bessere Koordination mit vor- und nachgelagerten Prozessstufen vermeiden.
- Wirtschaften in Kreisläufen, Schließung von (Stoff-)Kreisläufen:
  Ziel hierbei ist es, die Hilfs- und Betriebsstoffe in der Produktion weitgehend in Kreisläufen zu führen und die entstehenden Produktionsrückstände zu nutzen. Neben der Schließung von Stoffkreisläufen wird die weitgehende Rückführung von gebrauchten Produkten angestrebt. Dabei kommt nicht nur das klassische Werkstoffrecycling in Betracht, sondern auch eine Wiederaufarbeitung und erneute Nutzung von Bauteilen und Komponenten. Ein wichtiges Feld in der Wasserwirtschaft ist hier die Wiedernutzung von (Ab-)Wasser in industriellen und gewerblichen Prozessen sowie die Rückgewinnung von Nährstoffen als Wertstoffe aus dem Abwasser (z. B. Phosphor). Durch Prozessoptimierung konnte teilweise sogar auf eine abwasserfreie Produktionsmethode umgestellt werden.
- Ganzheitliche Produktpolitik und -nutzung:
  Ausgangspunkt ist hier die Erkenntnis, dass es nicht nur die (Herstellungs-) Prozesse, sondern auch die Produkte sind, die einen Großteil des Ressourcenver-

brauchs während oder nach ihrer Nutzung ausmachen und zu erheblichen Emissionen und Entstehung von Abfall führen können. Indem bereits bei der Entwicklung auf die ökologische Verträglichkeit im gesamten Lebenszyklus der Produkte geachtet wird, sind deutliche Verbesserungen möglich. Diese Entwicklungsrichtungen werden durch den technischen Fortschritt, z. B. im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie und Sensorik begünstigt. (vgl. folgender Abschnitt).

### 2.5.3 Auswirkungen

Durch die Querbezüge dieser Technikbereiche ergeben sich auch wichtige technologische Entwicklungen im Zusammenhang mit der Wasserinfrastruktur: Die Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologie ermöglicht z. B. die Einbeziehung von neuen Produkten, Geräten und Anlagen ins Kommunikationsnetz (z. B. für Fernüberwachungssysteme); die Sensorik spielt eine wichtige Rolle in der Entwicklung von interaktiven, autonomen Maschinen und Computern. Darüber hinaus wird die Mikrobiologie künftig in der Lage sein, neue Strukturen im Nanomaßstab für die gezielte Anwendung von Arzneimitteln zu schaffen (vgl. Clark/Pazdernik 2009).

**Abwasserentsorgung**

Diese Technologien haben dazu geführt, dass inzwischen eine Vielzahl robuster und betriebssicherer Anlagen zur Regen-, Grau- und Brauchwasseraufbereitung entwickelt und in Betrieb sind (Hillenbrand/Hiessl 2006b, S. 47). Eine Untersuchung der Patentaktivitäten hat gezeigt, dass im Bereich der Wasser- und Abwasserbehandlung insgesamt, bei den auf den Abwasserbereich bezogenen Membrantrennverfahren als auch bei den Wassernutzungstechnologien die Zahl der technologischen Innovationen in den letzten Jahren deutlich angestiegen ist (ATV-DVWK 2004). Nach dem Umweltwirtschaftsbericht 2011 gehört die nachhaltige Wasserwirtschaft hinsichtlich des Marktvolumens mit der Schlüsseltechnologie Dezentrale Wasseraufbereitung zu den zweitwichtigsten "grünen Zukunftsmärkten" (BMU/UBA 2011).[10]

In der Abwasserentsorgung fanden v. a. erhebliche Weiterentwicklungen statt. So spielt die Membrantechnik eine wichtige Rolle bei der Weiterentwicklung von Technologien zur Elimination und Zerstörung von Mikroverunreinigungen aus dem gereinigten Abwasser (vgl. Abschnitt 2.1.2). Auch dezentrale Behandlungsanlagen sind technologisch weiterentwickelt worden (Betriebssicherheit, Reinigungsleistung), so dass diese auch behördlicherseits als Dauerlösungen zugelassen sind – bei zuverlässiger Wartung. Die Nutzungsdauer entspricht mit etwa 10 bis15 Jahren der von den Wassernutzungstechnologien in den Privathaushalten und ist damit erheblich kürzer als für herkömmliche zentrale Behandlungsanlagen. Zukünftig werden energieeffizientere Verfah-

ren zur Verfügung stehen, die potenziell auch weitere Mikroverunreinigungen entfernen können.

**Andere Bereiche**

Auch Innovationen in verwandten Bereichen, wie in der Feuerlöschtechnik, haben Auswirkungen auf die Wasserversorgung. Einerseits kann der Löschwasserbedarf durch verbesserte Techniken zur Brandfrüherkennung reduziert werden (z. B. Verbreitung von Rauchmeldern), andererseits verbrauchen moderne Feuerlöschtechniken (z. B. die Hochdruck-Wassernebeltechnik) viel weniger Wasser. Inzwischen stehen auch Techniken zur Verfügung, die eine Kopplung mit der Brauch- und Regenwasserversorgung vorsehen (vgl. Götsch 2005). Für die Wasserinfrastruktur bedeutet das, dass Netze teilweise bspw. im Falle einer anstehenden Sanierung kleiner dimensioniert werden können, weil die Bevorratung des Löschwassers bei Anwendung dieser Technologien kleiner ausfallen kann bzw. eine Abkopplung der Löschwasserbereitstellung vom Trinkwassernetz möglich wird.

### 2.5.4 Folgen für den Wasserverbrauch

Die konkreten lokalen industriellen Entwicklungen hängen im hohen Maße von den nationalen Rahmenbedingungen sowie – mit fortschreitender Globalisierung – von den Weltmärkten ab und sind somit schwer zu prognostizieren (Helm 2006, S. 40). Dennoch zeichnet sich ein klarer Trend beim industriellen Wasserverbrauch ab: Eine branchenübergreifende Studie zu den Entwicklungstrends hat einen anhaltenden branchenübergreifenden Rückgang des Wasserverbrauchs, bezogen auf eine Einheit Bruttowertschöpfung, nachgewiesen (vgl. Hillenbrand/Böhm 2008).

Im privaten Bereich hat der technische Fortschritt dazu geführt, dass der häusliche Wasserverbrauch in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen ist (und die im Abschnitt 2.1 beschriebenen demografischen Effekte überkompensiert wurden). Die folgende Abbildung 2-5 zeigt diese Entwicklung – der Wasserverbrauch ist nach den aktuellsten Zahlen des Statistischen Bundesamtes auf 122 Liter pro Kopf und Tag gesunken.

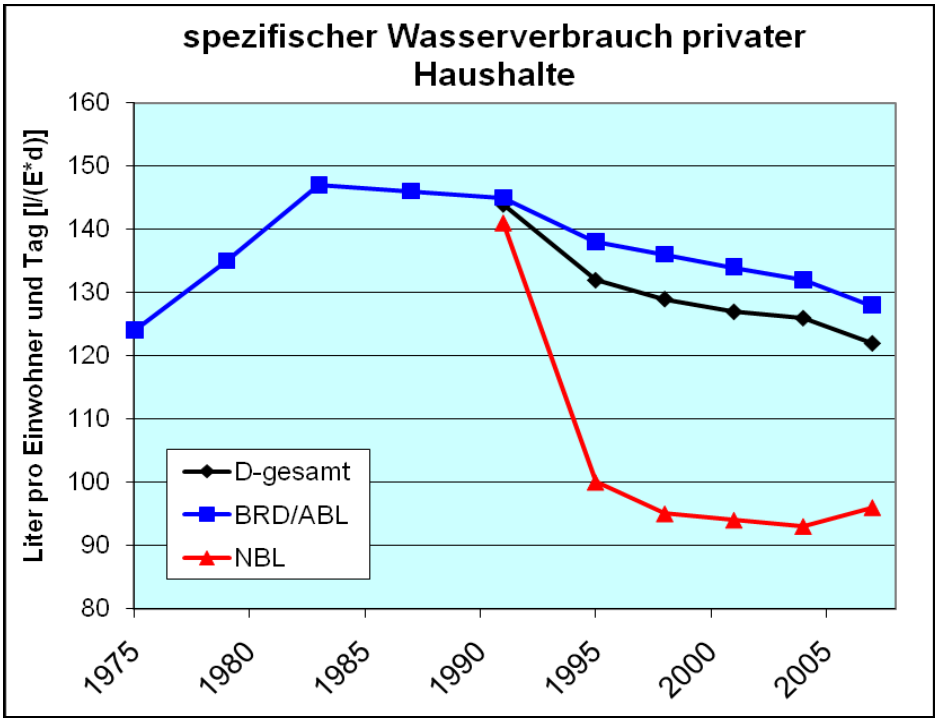


Abbildung 2-5: Entwicklung des spezifischen Wasserverbrauchs privater Haushalte in den alten und neuen Bundesländern

(Quelle: Fraunhofer ISI)

Der Grund ist v. a. in dem Einsatz von wassereffizienten Technologien zu suchen, z. B. wasser- und energiesparende Wasch- und Geschirrspülmaschinen, Spartasten bei Toilettenspülungen. Zusätzlich ist auch der gewerbliche Wasserverbrauch deutlich zurückgegangen. Die Statistik zeigt aber auch erhebliche Schwankungen zwischen den Bundesländern (zwischen 90 und 150 l pro Einwohner und Tag), so dass davon auszugehen ist, dass noch Spielräume für einen weiteren Rückgang des Wasserverbrauchs bestehen. In der Zukunft ist mit noch effizienteren Techniken zu rechnen, da die ökonomische Motivation zum Einsparen von Wasser (zzgl. des damit verbundenen Energie und ggfs. Waschmittelverbrauchs) weiterhin gegeben ist (Hillenbrand/Hiessl 2006b, S. 47). Abbildung 2-5 zeigt zusätzlich die unterschiedliche Entwicklung in Ost und West, hauptsächlich ausgelöst durch die hohe Neubaurate sowie den höheren Kosten der Wasserver- und Abwasserentsorgung in den neuen Bundesländern bei gleichzeitig niedrigerem Einkommen (vgl. Schleich/Hillenbrand 2009). Aufgrund des Sanierungsbedarfs des überalterten Gebäudebestands in den alten Bundesländern ist davon auszugehen, dass der Wasserverbrauch auch im Westen erheblich abnehmen wird.

Der rückläufige Wasserbedarf und Abwasseranfall sowie die zunehmende Regenwasserbewirtschaftung kann zur Folge haben, dass die Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungseinrichtungen angepasst werden müssen, um optimal zu funktionieren (vgl. Schiller/Siedentop 2005, S. 88). Im Wasserversorgungsbereich kann es zu längeren Aufenthaltszeiten des Trinkwassers in den Leitungen kommen, was folgende betriebliche Probleme mit sich bringen kann:

- erhöhte Ablagerungsbildung (v. a. in Trockenperioden);
- Erwärmung des Trinkwassers insb. im Sommer, verbunden mit einem erhöhtem Sauerstoffverbrauch und
- die sich daraus ergebende Gefahr der Bakterienentwicklung und – in Verbindung mit vermehrter Spülung – einer übermäßigen Verkeimung des Trinkwassers (vgl. KfW 2006, S. 5; Wricke/Korth 2007, S. 31f; Kempmann 2008).

In der Kanalisation kann es durch Schmutzwasseranfall zu Verstopfungen und Geruchsbelästigungen kommen. Zudem kann die Bildung von Gasen Schäden an den Kanälen verursachen. Auch die Abwasserbehandlung ist betroffen. Durch geringere Abwassermengen kann es vereinzelt zu höheren Konzentrationen der Verschmutzung wie z. B. Reinigungsmitteln kommen. Dies kann die Leistungsfähigkeit von Kläranlagen herabsetzen. Die Probleme, die bei einer Unterauslastung der Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur entstehen, beschränken sich also nicht ausschließlich auf die Leitungs- und Kanalnetze, sondern beeinträchtigen den gesamten Prozess von der Wasseraufbereitung bis zur Abwasserbehandlung.

Um die Betriebsfähigkeit der Systeme dennoch aufrechtzuerhalten, müssen zusätzliche betriebliche Maßnahmen wie Spülungen von Leitungen und Kanälen oder vermehrt Reparaturmaßnahmen zur Behebung von Schäden vorgenommen werden. Über- oder unterschreitet die Auslastung bestimmte Schwellenwerte, können sogar bauliche Maßnahmen zur Anpassung von Anlagen oder Leitungs- und Kanalnetzen erforderlich sein (vgl. Koziol/Walther 2006, S. 259ff; Schiller/Siedentop 2005, S. 83ff.).

# 3 Akteurs- und Prozessanalyse für wasserwirtschaftliche Planungen auf kommunaler Ebene

Nachhaltige Weiterentwicklungen urbaner Wasserinfrastruktursysteme können nur erreicht werden, wenn entsprechende wasserwirtschaftliche Planungsprozesse angestoßen oder zumindest so gestaltet werden, dass langfristige und umfassende Sichtweisen Berücksichtigung finden können. Dabei ist zu berücksichtigen, welche Akteure in den Prozessen relevant sind und wie bzw. zu welchem Zeitpunkt sie einzubinden sind. Dazu gibt die folgende Akteurs- und Prozessanalyse Hinweise.

## 3.1 Akteursanalyse

### 3.1.1 Akteure

An den formellen Planungsprozessen sind je nach Kommune und Vorhaben verschiedene Akteure mit z. T. deutlich unterschiedlicher Interessenslage beteiligt:

- Stadt- bzw. Gemeinderat/Ausschüsse
- Investoren
- Stadtplanung
- Wirtschaftsförderung
- Straßenbau/Verkehrsplanung
- Abwasserbetrieb
- Wasserversorger
- Wasserverband
- Feuerwehr
- Genehmigungsbehörde (Bezirksregierung)
- Verordnungsgeber (bspw. Landesumweltministerium)
- Planungsbüros
- Naturschutzverbände
- Bürger/Bürgerinitiativen/Vereine.

Alleine die Anzahl der beteiligten Akteure verdeutlicht, dass eine Abstimmung hinsichtlich alternativer unkonventioneller Lösungen einen hohen Aufwand mit sich bringen kann. Verstärkt wird diese Tendenz durch die zunehmende Fragmentierung und organisatorische Unabhängigkeit kommunaler Bereiche, die für die Planung und den Bau der Wasserinfrastruktur zuständig sind. So ist die Wasserversorgung in vielen Kommu-

nen in privatrechtlichen Stadtwerken mit kommunaler Beteiligung ausgegliedert oder an große privatrechtliche Wasserversorgungsunternehmen vergeben. Die Abwasserbeseitigung wird oftmals von Eigenbetrieben, Anstalten öffentlichen Rechts oder – seltener – unter Einbeziehung von privatrechtlichen Organisationsformen wahrgenommen. Aufgaben mit überregionalem Charakter liegen oftmals bei genossenschaftlich organisierten Verbänden.

Neben den wirtschaftlichen Vorteilen, die eine größere Eigenständigkeit von Aufgabenbereichen bewirken kann, führt diese organisatorische Unabhängigkeit bzw. Trennung zwangsläufig dazu, dass die unterschiedlichen Organisationseinheiten eigene Interessen und Ziele verfolgen, die im Falle grundlegender Entscheidungen, wie Änderung der Wasserinfrastruktursysteme, aufeinander abgestimmt werden müssen.

Hinzu kommen weitere Akteure aus unterschiedlichen Bereichen, wie Bürgerschaft, lokale bzw. regionale Wirtschaft, Landespolitik- und -verwaltung usw., die wiederum eigene Interessen verfolgen und auf verschiedene Weise Einfluss auf Entscheidungen bezüglich der Gestaltung der Stadtentwicklung oder Wasserinfrastruktur nehmen können.

### 3.1.2 Vorgehensweise und mögliche Nutzung der Akteursanalyse in der Wasserwirtschaft

Die Akteursanalyse ist eine qualitativ partizipative Methode der Sozial- bzw. Politikwissenschaften, die bei praktischen Projekten mit größeren Veränderungswirkungen oder Reformen eingesetzt wird. Dementsprechend wird der Ansatz in Leitfäden in Verbindung mit praktischen Fragestellungen dargestellt (z. B. GTZ 2006, Hübner-Schmid *et al.* 2003, Z Punkt 2009). Dabei sollte eine Akteursanalyse nicht als objektive Beurteilung verstanden werden, sondern ist abhängig von den Bewertungen und Einschätzungen der beteiligten Personen. In Anlehnung an die genannten Leitfäden kann eine Akteursanalyse folgende Schritte umfassen:

1. Akteure identifizieren
2. Einflussmöglichkeiten der Akteure bewerten
3. Gegenseitige Vernetzung der Akteure analysieren
4. Ziele und Interessen der Akteure einschätzen
5. Handlungsstrategien ableiten

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Punkte ist in dem NAUWA-Fokuspapier zur Akteurs- und Prozessanalyse dargestellt.

Die Akteursanalyse trägt dazu bei, die beteiligten Akteure und ihre Interessen zu identifizieren. Ihr Einsatz ist besonders zu empfehlen bei Vorhaben, die eine breite Öffentlichkeit betreffen, mit weitreichenden Veränderungen verbunden sind und bei denen mit vielfältigen Widerständen unterschiedlicher Akteure zu rechnen ist. Diese Voraussetzungen sind oftmals bei weitreichenden Projekten der Stadtentwicklung, wie z. B. Rückbau, Umnutzungen, Neubauprojekte, gegeben, weshalb hier immer häufiger partizipative Planungsansätze eingesetzt werden. Wenn städtebauliche und wasserwirtschaftliche Vorhaben miteinander verbunden sind, sollte deshalb darauf geachtet werden, dass ggf. auch die Planung der Wasserinfrastruktur im Rahmen der partizipativen Prozesse berücksichtigt wird.

Die Planungsprozesse der Wasserinfrastruktur werden in der Regel in der Öffentlichkeit weniger deutlich wahrgenommen. Das ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die Bürger meist nur über einen relativ kurzen Zeitraum von den resultierenden Baumaßnahmen direkt betroffen sind. Zum anderen gehen ein geringes Interesse und geringe Kenntnisse über wasserwirtschaftliche Zusammenhänge in der Öffentlichkeit Hand in Hand, was tendenziell auch zu einer weniger kritischen Haltung gegenüber wasserwirtschaftlichen Vorhaben führt. Zudem sind die Auswirkungen von Vorhaben in der Wasserwirtschaft oft erst langfristig zu erkennen und indirekte Effekte wie z. B. langfristige finanzielle Auswirkungen oder Veränderungen im Entwässerungskomfort spielen bei den Bürgern bislang i. A. nur eine geringe Rolle. Diese Situation kann sich ändern, wenn zukünftig, bedingt durch den Klimawandel, häufiger Starkregenereignisse und Überschwemmungen zu Schäden und damit zu einer größeren individuellen Betroffenheit führen. Aber auch bei wasserwirtschaftlichen Vorhaben, die aufgrund strategischer Überlegungen initiiert werden und mit nachhaltigen Veränderungen verbunden sind (Stichwort Systemwechsel), ist mit Skepsis bei unterschiedlichen Akteuren zu rechnen. Solche aus strategischen Überlegungen veranlassten Maßnahmen können z. B. sein:

- Einführung einer nach Ortsteilen differenzierten Abwassergebühr (wichtige Akteure: Bürger, Wirtschaft/ansässige Unternehmen, Verwaltungsgerichte);
- Wechsel auf ein semi-dezentrales Entwässerungssystem in bestimmten Orts-/Stadtteilen (wichtige Akteure: Stadtverwaltung, Verbände, wenn deren Einzugsgebiet und Tätigkeitsbereich betroffen ist, Bürger);
- Neue Geschäftsfelder bzw. Erweiterung der wirtschaftlichen Betätigung (wichtige Akteure: Wirtschaft - regional ansässige Unternehmen, Landespolitik/Innenministerium - wirtschaftliche Betätigung von Kommunen, Verwaltungsgericht).

Beispielhaft wurde im Rahmen des NAUWA-Projekts eine Akteursanalyse für die Erschließung eines Wohngebietes in einer Beispielkommune durchgeführt, bei dem es zu

Widerständen aus der Bürgerschaft gekommen war. Es zeigte sich, dass durch die Akteursanalyse die Betroffenheit der Bürger und mögliche Widerstände im Vorfeld hätten aufgezeigt werden können. Diese Ergebnisse hätten für eine frühere Einbindung der Bürger in den Planungsprozess genutzt werden können, um so die Akzeptanz des Projektes zu erhöhen. Das Beispiel zeigt, dass ohne eine systematische Analyse viele Zusammenhänge zwar implizit vorausgesetzt werden, die Akteursanalyse aber dazu beitragen kann, verschiedene Perspektiven aufeinander abzustimmen und dadurch Gegner und Befürworter mit ihren unterschiedlichen Motiven und Interessen deutlicher herauszustellen.

## 3.2 Prozessanalyse

Wasserinfrastrukturen bestehen zu einem großen Teil aus Kanal- und Leitungsnetzen, die 80 bis 100 Jahre genutzt werden können. Weitergehende Umstellungen und Veränderungen müssen langfristig geplant und vorbereitet werden. Um die damit verbundenen Chancen und Risiken auszuloten, wurden die kommunalen Planungsprozesse analysiert. Dazu wurden die einzelnen Aktivitäten der unterschiedlichen beteiligten Akteure in ihrem zeitlichen Ablauf untersucht.

Wasserwirtschaftliche Planungen und die damit verbundenen Prozesse bzw. Abläufe haben zum einen den Erhalt der bestehenden Bauwerke bzw. Anlagen durch *Sanierung und Erneuerung* zum Ziel. Zum anderen muss in manchen Kommunen die Wasserinfrastruktur in Folge der wachsenden Siedlungs- und Verkehrsflächen teilweise ausgebaut bzw. erweitert werden (*Neubau*) oder es ist ein kostspieliger Rückbau bestehender Infrastrukturanlagen notwendig. Zudem führen steigende Anforderungen, z. B. an die Emissionen aus Abwassersystemen, zu einem Ausbau des bestehenden Abwassersystems. Durch diese Anlässe werden verschiedene Planungsprozesse ausgelöst, nach denen im Folgenden unterschieden wird.

### 3.2.1 Planung innerhalb des bestehenden Wasserinfrastruktursystems

Planungsaufgaben im Bereich bestehender Wasserinfrastruktursysteme können grundsätzlich unterschieden werden in

1. *Erneuerung* bestehender Bauwerke und Anlagen (bauliche oder hydraulische Ursache) und
2. Bauliche *Sanierung* bestehender Bauwerke und Anlagen.

Hinzu kommen Ausbau- oder Neubaumaßnahmen innerhalb des bestehenden Wasserinfrastruktursystems zur Erfüllung weitergehender Anforderungen an die Wasser-

aufbereitung und Abwasserreinigung bzw. Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen aus dem Abwassersystem und gewässerbezogenen Immissionen.

Diese Maßnahmen ergeben sich z. T. aus wasserwirtschaftlichen Betrachtungen (Berechnungen, Nachweisen, Untersuchungen etc.) und sind, zumindest was die netzgebundenen Bauwerke und Anlagen betrifft, in übergeordneten Planungen bzw. Konzepten, die größere Einzugsgebiete einbeziehen, aufeinander abgestimmt und zusammengefasst. In der Wasserversorgung werden diese übergeordneten Planungen als Versorgungskonzepte und in der Abwasserbeseitigung als Generalentwässerungsplanungen bezeichnet. Auf Basis dieser Planungen werden oftmals weitere Entwurfs-, Genehmigungs- und später die Ausführungsplanungen abgeleitet.

Um die Risiken und Chancen langfristiger Veränderungen des Wasserinfrastruktursystems zu beurteilen und gezielt vorzubereiten, muss auf Ebene dieser übergeordneten Planungen angesetzt werden. Dabei ist u. a. eine Anpassung des Wasserinfrastruktursystems für einzelne Quartiere, die wasserwirtschaftlich weitestgehend unabhängig funktionieren könnten, in Betracht zu ziehen. Entscheidungsrelevant sind die Situation und Entwicklung des betreffenden Einzugsgebietes bzw. Quartiers. Dazu gehören neben den geplanten städtebaulichen Maßnahmen u. a. die demografische Entwicklung in diesem Quartier, der Leerstand von Wohn- und Geschäftsgebäuden sowie das Alter und der Restbuchwert der bestehenden Anlagen.

### 3.2.2 Erweiterung der bestehenden Wasserinfrastruktur

Die Größe der Wasserinfrastruktur und damit der Umfang des Anlagevermögens hängen unmittelbar vom Umfang der Siedlungs- und Verkehrsfläche ab, die wiederum durch die Bauleitplanung beeinflusst werden kann. Daher wurden im Folgenden auch die Abläufe und Abhängigkeiten zwischen der Stadtplanung bzw. Bauleitplanung und der Planung der Wasserinfrastruktur berücksichtigt.

Die Änderung des Flächennutzungsplans bzw. die Aufstellung eines Bebauungsplans kann von verschiedenen Akteursgruppen initiiert werden, wird aber letztlich durch die politischen Gremien (Stadt- bzw. Gemeinderat, Planungsausschuss) der Kommune beschlossen. Bis zum Aufstellungsbeschluss erfolgt oftmals keine oder nur eine informelle Beteiligung der für die Planung von Wasserinfrastruktur zuständigen Stellen bzw. Bereiche. Im Fall der verbindlichen Bauleitplanung wird in der Regel erst der ausgearbeitete Vorentwurf des Bebauungsplans den für die Wasserinfrastruktur verantwortlichen Bereichen zur Stellungnahme vorgelegt (siehe Abbildung 3-1: blaue Linienführung). Zu diesem Zeitpunkt ist es aus Sicht der Wasserwirtschaft nur noch schwer möglich, Einfluss auf die inhaltliche Gestaltung des Vorentwurfs zu nehmen, sondern

es wird meist nur beurteilt, ob eine wasserwirtschaftliche bzw. entwässerungstechnische Erschließung technisch möglich ist. Die nachträgliche Festsetzung einer veränderten, bspw. stärker an den langfristig stattfindenden Veränderungen orientierten Wasserinfrastruktur kann aus städtebaulicher Perspektive mit erheblichem Aufwand verbunden sein und eine komplette Umgestaltung des Vorentwurfs nach sich ziehen, da z. B. für dezentrale Entwässerungsanlagen entsprechende Rückhalteflächen vorgesehen werden müssen. Dies gilt erst recht für die Auswahl alternativer Standorte für das betreffende Baugebiet. Eine konventionelle wasserinfrastrukturelle Erschließung ist zwar fast immer realisierbar und lässt zudem der städtebaulichen Planung große Freiheitsgrade, da im Allgemeinen keine besonderen baulichen bzw. landschaftlichen Vorkehrungen getroffen werden müssen. Die damit verbundenen langfristigen Kosten werden bei dem Planungsprozess allerdings meistens nicht hinterfragt oder den Kosten alternativer konzeptioneller Lösungen bzw. eines alternativen Standorts gegenübergestellt, zumal die Kosten nicht den kommunalen Haushalt, sondern nur indirekt den Gebührenhaushalt bzw. Wasserpreis belasten.

Daraus wird deutlich, dass städtebauliche Entwicklung und die Planung der Wasserinfrastruktur enger und früher miteinander abgestimmt werden müssen (siehe Abbildung 3-1: rote Linienführung): Derzeit ist der städtebauliche Planungsprozess der Wasserinfrastrukturplanung insofern vorgängig, als die Entscheidung, ob, wo und in welcher Form ein Baugebiet erschlossen wird, bereits grundsätzlich getroffen wurde, bevor die entsprechenden Akteure aus dem Bereich der Wasserwirtschaft einbezogen werden. Die im Entwurf zum Bebauungsplan vorgesehene Art der Bebauung kann bereits die Möglichkeit der Realisierung alternativer Wasserinfrastruktursysteme einschränken. Eine frühere Beteiligung der Wasserinfrastrukturplanung bei der Stadtplanung bzw. städtebaulichen Maßnahmen kann die Realisierung wirtschaftlich und umwelttechnisch nachhaltiger Lösungen ermöglichen.

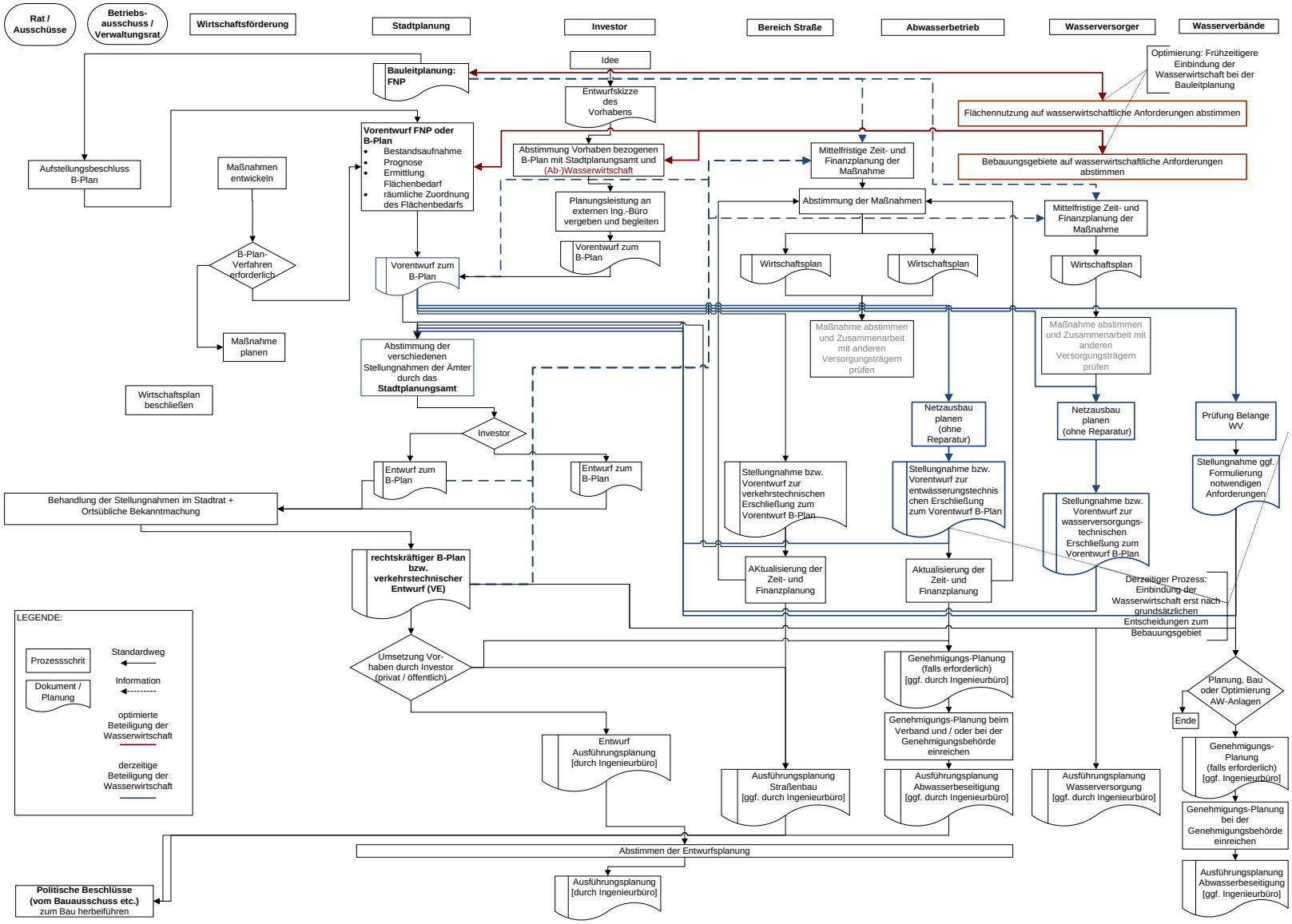


Abbildung 3-1: Prozessablauf Erweiterung durch Neubau

# 4 Ausgangssituation in den Kommunen

## 4.1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Die Auswahl der Kommunen im Projekt fand bewusst unter der Maßgabe statt, möglichst unterschiedliche Städte und Gemeinden hinsichtlich Größe, Siedlungsstruktur und Zentralität bzw. Lage im Raum im Projekt zu betrachten. Einen Überblick über die jeweiligen örtlichen Rahmenbedingungen zu bekommen, war das Ziel der Ausgangsanalyse. Die Ergebnisse haben während des Projektverlaufs eine wichtige Hilfe dargestellt und sind sowohl in die Akteurs- und Prozessanalyse als auch in die jeweiligen Szenarien und Handlungsstrategien eingeflossen.

Zu Projektbeginn wurde ein Fragenkatalog erarbeitet, der in folgende Kategorien unterteilt wurde:

- Wasserinfrastruktur (zweigeteilt in Wasserversorgung und Abwasserentsorgung)
- Sonstige technische Infrastruktur
- Demografie
- Flächen und Gebäude
- Fiskalische und wirtschaftliche Situation

Über diesen Fragebogen wurden sowohl Daten zur derzeitigen Situation sowie zur vergangenen und zu der zukünftig erwarteten Entwicklung abgefragt. Der Fragebogen wurde an die vier Projektkommunen versandt, in dem die entsprechenden Angaben auf Basis interner Informationen eingetragen werden konnten. Die Angaben zu Demografie, zur Fläche und z. T. zur fiskalischen Situation wurden zudem auf Basis externer Quellen, wie z. B. die Statistischen Ämter des Bundes und der Länder sowie dem "Wegweiser Kommune" der Bertelsmann Stiftung (2011) erhoben. Interessante Erkenntnisse zur Sicherheit der Prognosen können sich auch aus dem Vergleich der Daten aus den verschiedenen Quellen ergeben.

Wie erwartet, war die Datenbasis in den Kommunen sehr unterschiedlich, weshalb nicht alle Daten direkt verglichen werden konnten. Genauso gibt es bei einigen Daten unterschiedliche Berechnungsansätze, z. B. kann das Anlagevermögen der Abwasserinfrastruktur auf Basis von Herstellungskosten zum Anschaffungszeitpunkt oder Wiederbeschaffungszeitwerten berechnet werden, was zu deutlich unterschiedlichen und nur bedingt vergleichbaren Ergebnissen führt.

Um die Ergebnisse der quantitativen Datenanalyse einzuordnen, wurden diese jeweils in einem Kick-off-Workshop durch die einbezogenen Fachbereiche der Verwaltung

(Stadtplanung, Wirtschaftsförderung etc.) um qualitative Aspekte ergänzt. Daraus ergab sich ein guter Eindruck über die kommunale Gesamtsituation und deren vergangene sowie - teilweise je nach Bereich - mögliche zukünftige Entwicklung. Die dabei identifizierten Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken der Kommunen wurden anhand einer modifizierten Variante der SWOT-Analyse (SWOT: engl. Akronym für Strengths (Stärken), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Chancen) und Threats (Risiken bzw, Bedrohungen)) systematisch analysiert. SWOT-Analysen werden in Unternehmen bei strategischen Planungsprozessen und Marktanalysen eingesetzt. Das Grundschema lässt sich aber auch durchaus zur Beurteilung der Situation einer Kommune anwenden.

Chancen und Risiken können dabei als Faktoren verstanden werden, die im Umfeld der Kommunalverwaltung angesiedelt sind und auf die diese keinen direkten Einfluss hat, wie z. B. der Klimawandel oder die demografische Entwicklung. Schwächen und Stärken sind den Kommunen konkret zuzuordnende Eigenschaften, wie eine günstigere Lage oder finanzielle Situation.

## 4.2 Die vier Projektkommunen

Mit Gelsenkirchen, Lünen, Velbert und Wachtberg wurden sehr unterschiedliche Projektkommunen ausgewählt, die sich in der Einwohner- und Gemeindegröße, der Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie der prognostizierten demografischen Entwicklung unterscheiden. Ihre Lage innerhalb von Nordrhein-Westfalen kann der nachfolgenden entnommen werden.

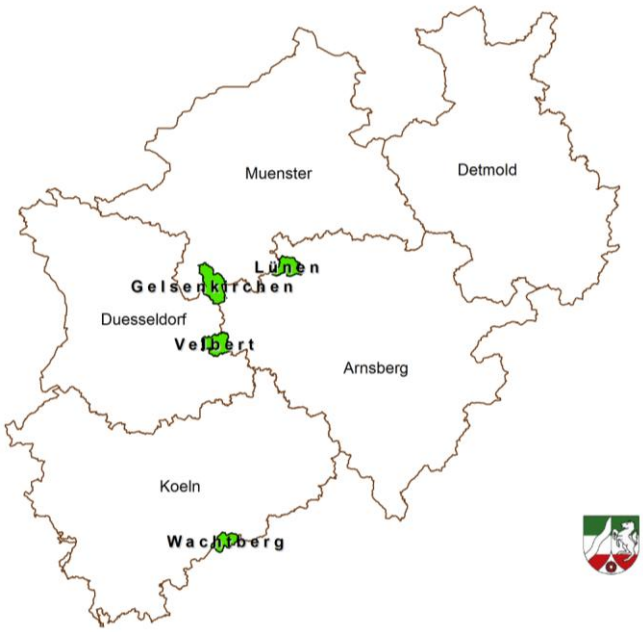


Abbildung 4-1: Lage der Projektkommunen innerhalb von Nordrhein-Westfalen

(Quelle: Kommunal- und Abwasserberatung NRW)

Die einzige der vier Kommunen, die in den nächsten 20 Jahren noch einen (geringen) Bevölkerungszuwachs zu erwarten hat, ist die Gemeinde Wachtberg, was im wesentlichen auf die räumliche Nähe und infrastrukturelle Anbindung an die übergeordneten Zentren Meckenheim/Rheinbach und Bonn-Bad Godesberg, in der große Unternehmen bzw. Arbeitgeber ansässig sind, zurückzuführen ist. Räumlich-funktional besteht Wachtberg aus 13 Ortschaften, von denen sich zugunsten der Stabilität Wachtbergs keine als Hauptzentrum herausbilden soll (vgl. Entwicklungs- und Handlungskonzept Wachtberg; Gruß-Rinck *et al*. 2003).

Die übrigen drei Projektkommunen liegen im Bundestrend und müssen mit einem relativ deutlichen Bevölkerungsrückgang rechnen.

Tabelle 4-1: Die vier Projektkommunen – wichtige Daten im Vergleich

| **Kommune** | **Gelsen-kirchen** | **Lünen** | **Wacht-berg** | **Velbert** |
|---|---|---|---|---|
| Einwohner 2009 | 259.744 | 87.783 | 20.253 | 84.663 |
| Prognose (Bertelsmann) 2025 | 241.995 | 79.504 | 21.359 | 76.045 |
| Gebietsgröße [km²] | 104.86 | 59,19 | 49,68 | 74,91 |
| Siedlungs- und Verkehrsfläche 2008 [km²] | 60,54 | 27,86 | 5,75 | 27,6 |
| Siedlungsdichte EW (2008) / SuV ([ha] | 42,9 | 31,5 | 35,2 | 30,7 |
| Entwicklung der Siedlungsdichte von 1995 bis 2008 (ca.-Werte) [%] | - 4,3 | - 3,1 | - 0,3 | - 5,5 |
| Länge Kanalnetz [km] | 675 | 333 | 111 | 347 |
| Länge Wassernetz [km] | 725 | 344 | 117 | 298 |
| Lfd. m Kanal/EW (2008) | 2,6 | 3,8 | 5,5 | 4,1 |
| Anteil Neuinvestitionen an Gesamtinvestitionen (Abwasserinfrastruktur) [%] | 12 | 2,5 | 42 | 25 |

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist auch die Siedlungsdichte, die in Gelsenkirchen mit knapp 43 Einwohnern pro Hektar Siedlungs- und Verkehrsfläche am höchsten ist. Mit Ausnahme von Wachtberg stimmen die Verhältnisse der Siedlungs- und Verkehrsflächen zu den Längen des Kanal- und Wassernetzes in den Kommunen weitgehend überein (11,15 km Kanal/ha Siedlungs- und Verkehrsfläche in Gelsenkirchen, 11,95 km Kanal/ha in Lünen und 12,57 km Kanal/ha in Velbert).

Am Beispiel von Wachtberg wird auch deutlich, dass die Größe der Wasserinfrastruktur nicht nur von der Größe der Siedlungs- und Verkehrsfläche, sondern auch von der Struktur des Wasser- und Abwassernetzes abhängig ist. Wachtberg hat zwar eine etwas höhere Siedlungsdichte als Lünen und Velbert, trotzdem ist die Länge Kanalnetz pro Einwohner deutlich größer. Diese Schwäche ist auf die polyzentrale Struktur mit 13 unabhängigen Ortschaften zurückzuführen, zwischen denen lange Verbindungssammler bzw. Wasserversorgungsleitungen liegen.

Zwischen 1995 und 2008 hat in Wachtberg die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Verbindung mit der Zunahme der Einwohner dazu geführt, dass die Siedlungsdichte weitgehend konstant geblieben ist. In den anderen Projektkommunen sind

in diesem Zeitraum die Siedlungs- und Verkehrsflächen relativ zwar geringer angestiegen als in Wachtberg, aber durch den gleichzeitigen Bevölkerungsrückgang hat dort die Siedlungsdichte deutlich abgenommen. Hier muss zukünftig eine immer geringere Zahl von Bürgern eine "zu groß gewordene" Wasserinfrastruktur finanzieren. Dieser Trend scheint sich fortzusetzen, wenn man die potenzielle Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen (Ausweisung von Wohn- und Gewerbegebieten bis ca. 2020) betrachtet, aus der auch auf eine Zunahme der Wasserinfrastruktur geschlossen werden kann. Ein weiterer Anhaltspunkt für eine steigende Mehrbelastung pro Einwohner ist der Anteil der Investitionen in Neubaumaßnahmen an den Gesamtinvestitionen in die Abwasserinfrastruktur.

Durch den erwarteten, geringen Bevölkerungszuwachs ergeben sich für Wachtberg Chancen, die bestehende Siedlungsdichte beizubehalten. Demgegenüber steht das Risiko einer Aufweichung der polyzentralen Struktur, wenn sich die neuen Einwohner vor allem in neu zu erschließenden Wohngebieten außerhalb der regionalplanerisch vorgesehenen allgemeinen Siedlungsbereiche ansiedeln.

Für Velbert wird im Rahmen des "Wegweisers Kommune" (Bertelsmann Stiftung 2011) ein deutlicher Bevölkerungsrückgang für 2020 prognostiziert. Allerdings erwartet die Stadt durch den Lückenschluss der A 44 zwischen Ratingen und Velbert/Heiligenhaus und die damit verbundene bessere infrastrukturelle Anbindung an Düsseldorf - ähnlich zur Situation Wachtberg - Bonn - positive Effekte auf die Bevölkerungsentwicklung und eine mittelfristige Stabilisierung auf ca. 82.000 Einwohner. Auf dieser Grundlage sieht das "Strategische Zielprogramm" vor dem Hintergrund des Einpendlerüberschusses eine attraktive Stadtentwicklungspolitik zur Erhöhung der Zuwanderung vor (Stadt Velbert 2006). Gelsenkirchen und Lünen sind von dem im Ruhrgebiet vorherrschenden Problem des wirtschaftlichen Strukturwandels betroffen. Dies wirkt sich auf den Arbeitsmarkt, die fiskalische Situation und die demografische Entwicklung aus, so dass die Städte schon seit längerer Zeit vor großen Herausforderungen stehen. Aufgrund der länger bestehenden Problemlage wurden bereits entsprechende Konzepte zur Stadtentwicklung ("Umgang mit Schrumpfung") ausgearbeitet. In Lünen werden mit dem Zentrenkonzept die Ziele "Polyzentralität" und "kompakte Stadt" verfolgt. In Gelsenkirchen sind z. B. Revitalisierung von Brachflächen, erhaltende Stadterneuerung oder Konzentration der Siedlungstätigkeit wichtige Bestandteile der Strategie zur Stadtentwicklung.

Im Projekt hat sich gezeigt, dass die für die Beispielkommunen durchgeführte SWOT-Analyse ein geeignetes Instrument ist, die quantitativen Daten zu interpretieren und zu ergänzen. Dabei entwickeln die an dem Prozess beteiligten Akteure gemeinsam ein Bewusstsein für die Stärken und Schwächen der Kommune sowie der vorhandenen

Wasserinfrastruktur und identifizieren Risiken und Chancen. Dies ist vor allem deshalb sinnvoll, da im täglichen operativen Geschäft der Kommunalverwaltung strategische fachübergreifende Überlegungen oftmals zu kurz kommen und z. T. deutlich unterschiedliche Einschätzungen bezüglich Stärken, Schwächen, Risiken und Chancen bestehen.

# 5 Szenario-Ansatz und Ergebnisse für die Beispielkommunen

## 5.1 Methodischer Ansatz und Vorgehensweise

Im Mittelpunkt des Gesamtprozesses stand die Erarbeitung unterschiedlicher Szenarien für die beteiligten Kommunen. Die Szenario-Methodik eignet sich insbesondere dann, wenn strategische Entscheidungen unter bestimmten gesellschaftlichen, wirtschaftlichen oder politischen Rahmenbedingungen getroffen werden müssen, deren Entwicklungen über einen längeren Zeitraum nicht absehbar sind. Auch wenn zukünftige Entwicklungen nur begrenzt und mit großen Unsicherheiten abzusehen sind, so können verschiedene plausible Zukunftsbilder, die so genannten Szenarien, entwickelt werden (vgl. auch Hertzum 2003, Schwartz 1991).

Ein Szenario stellt eine mögliche zukünftige Situation dar, in der zum Beispiel eine Kommune oder ein Versorgungsunternehmen künftig agieren wird. Das Ziel ist, durch die Betrachtung verschiedener alternativer Szenarien die wachsende Unsicherheit und Komplexität in Bezug auf einen Zeitpunkt in der Zukunft bestmöglich einzubeziehen. Dabei sollte jedes Szenario in sich konsistent sein und sich deutlich von den anderen unterscheiden. In ihrer Gesamtheit zielen die Szenarien darauf ab, eine bessere Ausgangslage für heute anstehende Entscheidungen zu finden, ohne genaue Vorhersagen für die Zukunft treffen zu müssen.

Abbildung 5-1: Wichtige Wechselwirkungen der Wasserinfrastruktur mit anderen kommunalen Themenfeldern

Wichtig ist, alle strategisch wichtigen Akteure, die als Ergebnis der Prozess- und Akteursanalyse identifiziert wurden, für die Teilnahme am Szenario-Prozess zu gewinnen – neben dem Wasserversorger und Abwasserentsorger bspw. auch die Stadtplanung, die Wirtschaftsförderung, den Energieversorger sowie sonstige lokale, an der Stadtentwicklung oder an Umweltfragen interessierte Gruppierungen (vgl. Abbildung 5-1).

Der Prozess der Szenario-Entwicklung läuft in verschiedenen Stufen ab (vgl. schematische Darstellung in Abbildung 5-2):

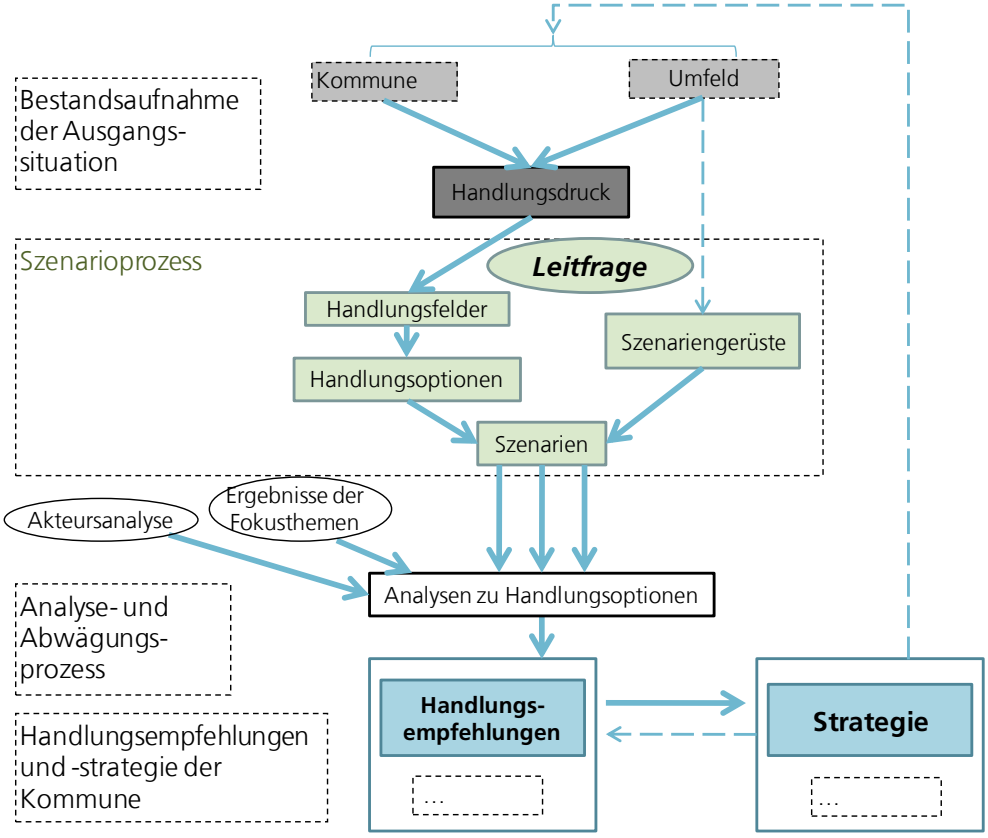


Abbildung 5-2: Schematische Darstellung der methodischen Vorgehensweise im Rahmen des NAUWA-Projekts

Nach einer gemeinsamen Definition der Zielsetzung werden über eine Ist-Analyse langfristige Stärken und Risiken des Systems identifiziert; dabei werden Informationen zum Zustand der Wasserinfrastruktur und zu Veränderungen im Umfeld einbezogen (modifizierte SWOT-Analyse). Anschließend werden im Rahmen einer individuellen Analyse der Entwicklungen im Umfeld (vgl. Kapitel 2 für eine allgemeine Beschreibung dieser Entwicklungen) alle Faktoren beziehungsweise Bereiche identifiziert und strukturiert, die heute und zukünftig Einfluss auf das Untersuchungsfeld nehmen können und

nicht oder nur bedingt von kommunaler Ebene aus beeinflusst werden können. Diese Faktoren werden hinsichtlich ihrer Bedeutung sowie hinsichtlich der Unsicherheit, die mit der künftigen Entwicklung dieses Faktors verbunden ist, eingestuft (vgl. Abbildung 5-3).

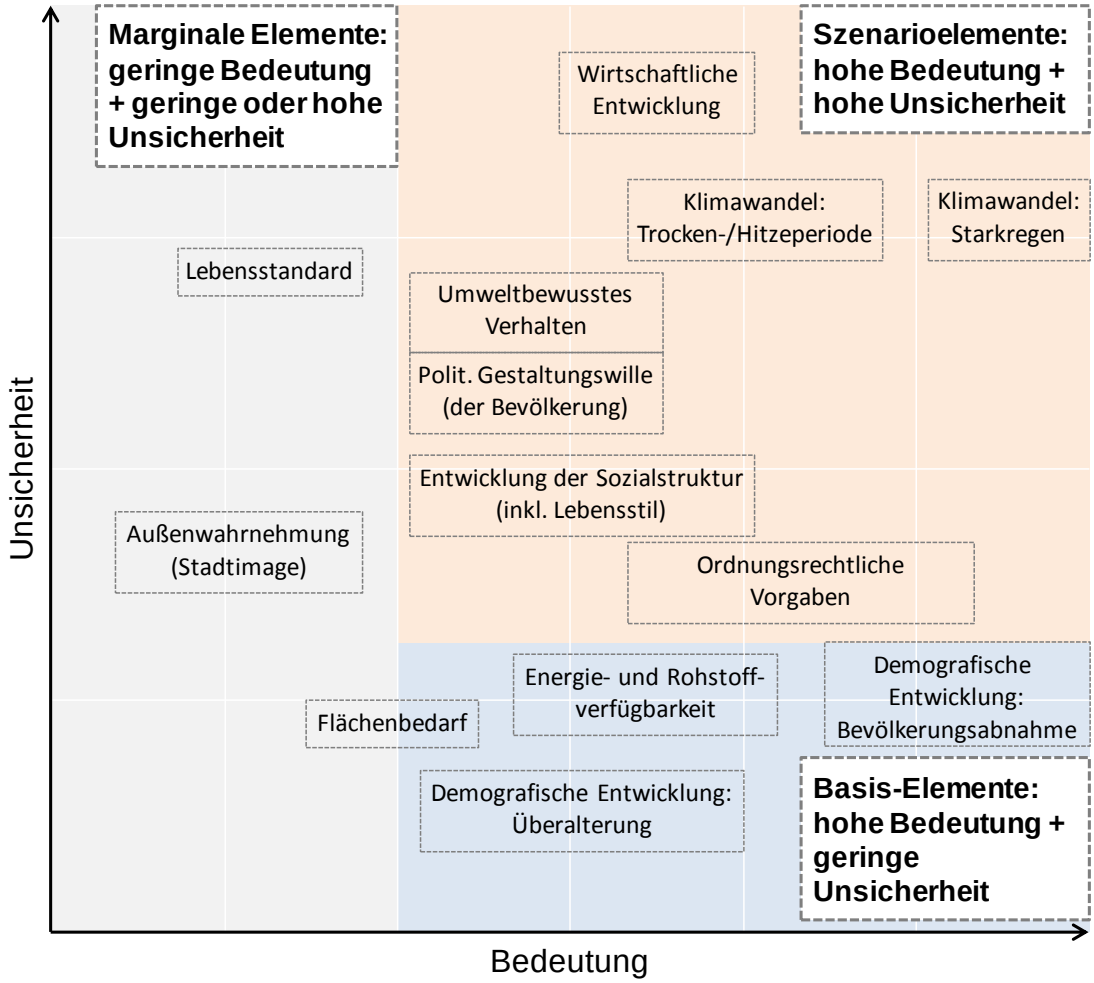


Abbildung 5-3: Beispielhafte Einstufung von Umfeldfaktoren

*(Hinweis: für die Szenarienbildung sind die wichtigen und gleichzeitig unsicheren Faktoren von besonderer Bedeutung (Szenario-Elemente), während die wichtigen, aber in ihrer Entwicklung eher sicheren Faktoren als Basiselemente bei allen Szenarien verwendet werden können. Die Faktoren mit geringer Bedeutung spielen dagegen keine größere Rolle.)*

In einem dritten Schritt werden für die besonders wichtigen und unsicheren Umfeldfaktoren die denkbaren Entwicklungen diskutiert, um unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen den Umfeldfaktoren in sich stimmige Szenario-Gerüste zu erstellen, in denen unterschiedliche Zukunftsannahmen kombiniert werden. Anschließend sind die Handlungsfelder und -optionen der Kommune zu identifizieren, die als

Reaktion auf die möglichen Entwicklungen im Umfeld vorstellbar sind. Fallweise ist zu beurteilen, welche Handlungsoptionen bei welchen Szenario-Gerüsten besonders vorteilhaft sind.

Aus diesen möglichen Umfeldentwicklungen und -optionen werden möglichst unterschiedliche Szenarien erarbeitet, um die ganze Bandbreite der vorstellbaren Entwicklungen und Handlungsoptionen aufzuzeigen. Die Projekterfahrungen haben gezeigt, dass es hilfreich ist, die Szenarien in Form einer Geschichte zu beschreiben, die eine mögliche Entwicklung des Umfelds zu einem bestimmten Zeitpunkt darstellt. Das Ziel ist es, die Wechselwirkungen zwischen den Einflussfaktoren anschaulicher zu machen und durch verständliche Geschichten eine Identifikation mit dem jeweiligen Zukunftsbild zu erleichtern.

Abschließend können als Ergebnis des Szenario-Prozesses robuste Handlungsoptionen abgeleitet werden, die für möglichst viele der denkbaren Entwicklungen der Rahmenbedingungen für die Kommune als Ganzes vorteilhaft sind. Diese werden zu einer schlüssigen, integrierten Gesamtstrategie mit sich daraus abzuleitenden Handlungsempfehlungen verknüpft.

Im Rahmen des NAUWA-Projekts wurden zur Erarbeitung der kommunenspezifischen Szenarien in jeder Kommune zwei bzw. für die Gemeinde Wachtberg drei ganztägige Szenario-Workshops durchgeführt. An den Workshops nahmen jeweils 10 bis 15 Vertreter aus sämtlichen betroffenen Bereichen der jeweiligen Gemeinde oder aus dem Gemeindeumfeld teil - die wichtigsten waren Wasserinfrastruktur, Stadtplanung, Wirtschaftsförderung, Abfallwirtschaft, Bürgerinitiativen und Lokalpolitik.

Diese Workshops wurden anhand einer einheitlichen Methode systematisch in aufeinander aufbauenden Schritten durchgeführt. Der erste Workshop bestand jeweils aus folgenden Elementen:

1. Definition des Untersuchungsgegenstands (Leitfrage).
2. Identifikation der für diese Kommune wichtigen Einflussfaktoren im Umfeld.
3. Identifikation der Handlungsfelder und Handlungsoptionen der Kommune.

Im Anschluss wurden die Ergebnisse durch das Projektteam aufgearbeitet und die Konsistenz zwischen jedem einzelnen Einflussfaktor und jeder einzelnen Handlungsoption anhand einer Skala bewertet.

Im zweiten Workshop wurden dann die Szenario-Gerüste festgelegt, die die Basis für die ausformulierten Szenarien bildeten. Dies geschah in folgenden Schritten:

1. Festlegung der jeweiligen Kombinationen der Ausprägungen der Einflussfaktoren sowie Handlungsstrategien.
2. Zusammenführung der Umfeld-Szenario-Gerüste und Handlungsstrategien.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden anschließend die verschiedenen Handlungsoptionen anhand weitergehender Analysen konkretisiert und bewertet. Zum Abschluss des Projekts fanden in den Kommunen jeweils eine Präsentations- und Diskussionsveranstaltung zum Thema Wasser(infrastruktur) statt, die dem örtlichen Diskussionsstand und der Gemeindegröße entsprach. In Wachtberg und Lünen konnten die Bürger so für das Thema sensibilisiert und mit ihnen sowie dem Bürgermeister bzw. Planungsdezernenten diskutiert werden. In Gelsenkirchen wurde dagegen aufgrund der Größe der Stadt sowie zur gezielten Stärkung der bereits begonnenen Verbesserungen der internen Ablauforganisation bei wasserwirtschaftlichen Fragestellungen der Weg einer verwaltungsinternen Abschlussveranstaltung gewählt.[11]

## 5.2 Umfeldanalyse

Im Ergebnis der Szenario-Workshopreihe wurden folgende Einflussfaktoren **in allen Fallstudien** als wichtig und in ihrer zeitlichen Entwicklung als unsicher erachtet:

- Wirtschaftliche Entwicklung:
  Die wirtschaftliche Entwicklung im Umfeld hat zumindest mittelfristig erheblichen Einfluss auf die wirtschaftliche Situation in und von der Kommune selbst (bspw. über das Steueraufkommen in der Kommune). Gleichzeitig gibt es eine Vielzahl von Einflussfaktoren, die nur schwer vorhersehbar sind, wie an den aktuellen Entwicklungen in den letzten Jahren gut zu erkennen ist (weltwirtschaftlicher Einbruch seit 2008; unerwartet kräftige Erholung in 2010/2011, wesentlich getragen von der stark erholten Weltnachfrage sowie der gestiegenen Binnennachfrage; SVR 2011, S. 53). Im Bereich der Landwirtschaft, die auch stark vom Export geprägt ist, gibt es mittel- und langfristig v. a. Unsicherheiten hinsichtlich der möglichen Auswirkungen des Klimawandels. Die zukünftige Entwicklung insgesamt ist durch verbleibende Risiken geprägt. Die für das Umweltbundesamt erarbeiteten Politikszenarien für den Klimaschutz sowie das Energiekonzept der Bundesregierung gehen bspw. davon aus, dass das Wirtschaftswachstum künftig deutlich geringer ausfällt als vor der Krise erwartet (UBA 2011; EWI/GWS/Prognos 2010). Diese Einschätzung zeigt die grundsätzliche Problematik langfristiger Wirtschaftsprognosen.
- Ordnungsrechtliche Vorgaben/Umweltbezogene Regelungen:
  In Abhängigkeit von der umweltpolitischen Entwicklung können sich die ordnungsrechtlichen Vorgaben ändern. Einerseits können zunehmende umweltbedingte Probleme (Klimawandel, Schadstoff-Diskussionen) zu strengeren Vorschriften führen, andererseits ist auch eine Aufweichung denkbar. In Bezug auf die Regulierung

des Wassermarktes ist sowohl eine Einschränkung als auch eine Verstärkung des Wettbewerbs (Liberalisierung) vorstellbar.

- Klimaentwicklung:
  Im Rahmen der Projektzielsetzung wurden die Auswirkungen des Klimawandels hinsichtlich Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen sowohl als wichtig als auch als unsicher eingestuft. Wie in Abschnitt 2.3 ausgeführt, wird eine Zunahme solcher Ereignisse zumindest in größeren Teilen Deutschlands erwartet. Allerdings kann die Entwicklung sowohl geringer als auch stärker als prognostiziert ausfallen, auch in Abhängigkeit der Anstrengungen im Klimaschutz der Weltgemeinschaft. Eine geringere Relevanz wurde der Bedeutung von Trockenperioden beigemessen.

Darüber hinaus wurden in jeweils **zwei der vier Kommunen** folgende Umfeldfaktoren herausgearbeitet:

- Technologische Entwicklung:
  Während der technische Fortschritt an sich unbestritten ist (vgl. Abschnitt 2.5), hängen dessen Ausmaß und Richtung in den relevanten Themenfeldern von den Schwerpunkten und der Geschwindigkeiten von Innovationen ab. Ein weiterer, als unsicher geltender Faktor ist deren Umsetzung ("time-lag") und Implementierung, die häufig mit finanziellen Risiken sowie organisatorischen und regulativen Hemmnissen verbunden sind. In Bezug auf die Wasserwirtschaft stellt sich die Frage, ob bspw. (semi-)dezentrale Infrastrukturkonzepte oder Verfahren zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser sich bis 2050 zum Standard entwickeln und in welchem Umfang sich die Effizienz der Wassernutzung weiter erhöht.

- Flächennachfrage:
  Trotz dem insgesamt weiterhin sehr starken Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche (vgl. Abschnitt 2.2), gibt es regionale Unterschiede. So spielt die wirtschaftliche Entwicklung sowohl für die Nachfrage nach Gewerbe- als auch nach Wohnflächen eine wichtige Rolle, Hier wurden von den Workshop-Teilnehmern auch enge Bezüge zum Ablauf des wirtschaftlichen Strukturwandels gesehen (sowohl angebots- als auch nachfragegetrieben).

- Demografische Entwicklung:
  Obwohl die Prognosen des Statistischen Bundesamtes auf Bundesebene bis 2060 relativ sicher sind, ergibt sich doch eine Bandbreite aufgrund der Unsicherheiten in Bezug auf den Grad der Zuwanderung (vgl. Abschnitt 2.1). Wesentlich größer sind die Unsicherheiten auf regionaler oder lokaler Ebene, da hier spezifische Randbedingungen eine wesentliche Rolle spielen können, die sich bspw. im Rahmen des Betrachtungszeitraums ändern bzw. gezielt beeinflusst werden können.

- Sozialstruktur/Wohlstandsverteilung:
  In Abhängigkeit von den wirtschaftlichen und sozialpolitischen Rahmenbedingungen entwickelt sich die soziale Struktur: Einerseits könnte die "Schere" weiter auseinan-

dergehen, es kann aber langfristig auch zu einer Verringerung des Wohlstandsgefälles kommen.

- Umweltbewusstes Verhalten:
  Noch mehr als das Umweltbewusstsein ist das konkrete Verhalten ein entscheidender Umfeldfaktor. Dieses kann sich verstärken bspw. aufgrund konkreter Umweltkatastrophen oder abnehmen, bis hin zu einer Auflehnung einzelner Bevölkerungsgruppen gegen umweltbezogene Maßnahmen, wenn diese mit persönlichen wirtschaftlichen Nachteilen verbunden sind.

In jeweils **einer Kommune** wurden für die Szenarien zusätzlich folgende Umfeldentwicklungen berücksichtigt:

- Regionales Umfeld:
  Die wirtschaftlichen und demografischen Entwicklungen in der umliegenden Region sind ebenfalls lokal nicht oder kaum beeinflussbar. Beide besitzen jedoch unmittelbare Auswirkungen auf die lokalen Entwicklungen.
- Rohstoffverfügbarkeit/Versorgungssicherheit:
  Die Verfügbarkeit von Ressourcen (Rohstoffe, fossile Energiequellen) wirkt sich bspw. unmittelbar auf Energie- und Rohstoffpreise aus. Dementsprechend ergeben sich Wechselwirkungen zur Wirtschaftlichkeit der Bereitstellung regenerativer Energien, beispielsweise durch die Wasserwirtschaft. Auch die regionale Verfügbarkeit des Rohstoffs Wasser stellt langfristig ein unsicherer Faktor dar.
- Politischer Gestaltungswille:
  Die Bevölkerung kann sich politisch passiv oder aktiv verhalten mit Auswirkungen auf die Dynamik von gesellschaftlichen und rechtlichen Änderungsprozessen.

## 5.3 Handlungsfelder

Nach Festlegung der Szenario-Gerüste aus unterschiedlichen Ausprägungen der oben beschriebenen Umfeldentwicklungen wurden in den Workshops Handlungsfelder der Stadt oder Gemeinde und ihrer wasserwirtschaftlichen Betriebe zusammengetragen, innerhalb derer jeweils verschiedene Handlungsoptionen denkbar sind.

Dabei spielen bestimmte Themen **in allen Kommunen** eine Rolle, die während des Projekts vertieft bearbeitet wurden (vgl. Diskussionspapiere und Fokusthemen):

- Siedlungskonzept und Bevölkerungsstrategie:
  Trotz sinkender Bevölkerungszahlen ist in vielen Kommunen Deutschlands nach wie vor eine disperse Ausdehnung der Siedlungs- und Verkehrsfläche zu verzeichnen. Dies zieht u. a. den Ausbau der langlebigen und kostenintensiven Wasserinfrastruktur nach sich, deren Auslastung sowie Finanzierung für die Zukunft mit starken Unsicherheiten behaftet ist. Die Bauleitplanung stellt ein wichtiges kommunales Instrument dar, dem entgegenzuwirken.

- Überflutungsschutz:
  Die Auswirkungen des Klimawandels in Form länger anhaltender Trockenperioden sowie in Form von außergewöhnlichen Starkregenfällen führen häufiger zu Überflutungen und verursachen erhebliche Schäden. Diese müssen durch eine Kombination aus technischen und organisatorischen Maßnahmen minimiert werden.
- Nutzung innovativer technischer Ansätze:
  Aufgrund der vielfältigen Änderungen bei den Randbedingungen werden zukünftig eine verbesserte Funktionalität und eine höhere Flexibilität der Wasserinfrastruktur notwendig werden. Dazu gehört auch die Verbesserung der Ressourceneffizienz hinsichtlich Energie und Nährstoffen.
- Anpassung der Tarife der Wasserversorgung und Entwässerung:
  Eine höhere Effizienz beim Umgang mit Wasser in Industrie und Haushalten sowie die aufgrund des demografischen Wandels zurückgehenden Kundenzahlen verursachen einen z. T. deutlichen Rückgang des Wasserbedarfs. Der Aufwand für die Abwasserbeseitigung wird aufgrund der sehr hohen Fixkosten aber nicht wesentlich verringert, weshalb zum Ausgleich Erhöhungen der Entgelte für Wasserver- und Abwasserentsorgung notwendig sind. Zudem liegen im Hinblick auf Bebauungsstrukturen Kostenverursachung und Höhe der Entgelte oft auseinander.

Daneben gibt es eine Reihe von Handlungsfeldern, die nur bei einem **Teil der Kommunen** von den Akteuren hervorgehoben wurden, die aber bei der Erarbeitung der langfristigen Handlungsstrategien ebenfalls zu berücksichtigen waren:

- Betriebsform und interkommunale Zusammenarbeit:
  Wirtschaftliche Zwänge können zu neuen Wegen im kommunalen Handeln sowie der oft öffentlich-rechtlich organisierten Abwasserbeseitigungsbetrieben führen. Dadurch kann ggf. eine höhere Effizienz erreicht werden, auch in Bezug auf die Planungskosten bei gemeinsamer Ausweisung von Wohn- oder Gewerbegebieten.
- Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation:
  Über die gesetzlich notwendigen Informationen hinaus kann die Kommunikation innerhalb der Verwaltung und mit dem Bürger aktiv gesucht werden, beispielsweise zur Erhöhung des Gefahrenbewusstseins vor Überflutungen oder zur Gewährleistung einer besseren Zusammenarbeit der Beteiligten.
- Bau- und Sicherheitsstandards:
  Die auf Langlebigkeit ausgerichtete Wasserinfrastruktur ist sehr kapitalintensiv. Eine Anpassung der Baustandards, um bspw. auch kürzere Lebensdauern zu ermöglichen, kann mittelfristig eine größere Flexibilität von Siedlungsstrukturen bei geringeren Investitionskosten ermöglichen. Die Sicherheit der Wasserinfrastruktur bei Überflutungen hat ebenfalls erheblichen Einfluss auf die Investitionskosten. Eine Reduzierung des vom Entsorger zu gewährenden Schutzniveaus hat gegebenenfalls zur Folge, dass der private Grundeigentümer für mehr Schutz sorgen muss.

- Wirtschaftsförderung:
  Durch entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung der Standortbedingungen und durch finanzielle Anreize lässt sich potenziell die Entwicklung der Arbeitsplätze beeinflussen. Dies hat auch Auswirkungen auf die Attraktivität der Kommune als Wohnstandort und auf ihre fiskalische Situation.
- Nutzung rechtlicher Gestaltungsspielräume:
  Über örtliche Satzungen lassen sich differenzierte Modelle zur Gebührenerhebung rechtlich umsetzen. Darüber hinaus lassen sich Maßnahmen zum Klimaschutz im Bebauungsplan festsetzen, sofern sie auch aus städtebaulichen Gründen erfolgen. Bezüglich der Verwendung bestimmter effizienter Technologien im Haus bleibt jedoch nur die Einflussnahme auf bestehendes Bundesrecht (bspw. die Änderung des bestehenden Baugesetzbuchs).

## 5.4 Handlungsoptionen

Im Folgenden werden übergreifende Handlungsoptionen in den wichtigsten Handlungsfeldern aufgezeigt:

### 5.4.1 Bevölkerung und Stadtstruktur

Wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, kommt es in Deutschland derzeit trotz vielfach abnehmender Bevölkerung zu einer kontinuierlichen Ausdehnung der Siedlungs- und Verkehrsfläche. Diese Prozesse laufen kleinräumig sehr unterschiedlich ab und lassen sich, wenn auch im begrenzten Maße, durch kommunales Handeln steuern. Mit dem Ziel der Vermeidung des Ausbaus der langlebigen und kostenintensiven Wasserinfrastruktur ist es wichtig, die räumliche Verteilung der demografischen Prozesse kleinräumig und kontinuierlich zu beobachten.

So gibt es auch innerhalb von Nordrhein-Westfalen ein Nebeneinander von wachsenden Kommunen, die durch einen Siedlungsdruck in Folge eines Zuwanderungsüberschusses gekennzeichnet sind, und z. T. stark schrumpfenden Kommunen, bei denen das Wanderungssaldo das Geburtendefizit (bei weitem) nicht ausgleichen kann. Die Wanderungsprozesse lassen sich bspw. durch Maßnahmen zur Bevölkerungsbindung und -gewinnung sowie zur Erhöhung der Attraktivität als Wohn- oder Gewerbestandort in gewissem Umfang steuern.

Dabei sollten Entwicklungs- und Aufwertungsmaßnahmen vorrangig dort stattfinden, wo sowohl genuine Attraktivität als auch eine langlebige soziale und technische Infrastruktur besteht. Dazu gehören neben der Leitungsinfrastruktur auch Betreuungs-, Bildungs- und kulturelle Einrichtungen. Die dabei bestehenden Zusammenhänge belegen, dass eine enge und regelmäßige Zusammenarbeit der Stadtentwicklungsplanung

auch mit der Wasserinfrastrukturplanung erforderlich ist, um die Zielsetzung des § 1 Abs. 5 BauGB umzusetzen, in dem es heißt: "Die Bauleitpläne sollen eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt, und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung gewährleisten. Sie sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung … zu fördern, sowie die städtebauliche Gestalt und das Orts- und Landschaftsbild baukulturell zu erhalten …".

Insbesondere vor dem Hintergrund der demografischen Wandelprozesse ist dazu eine realistische Abschätzung des Flächenbedarfs, gestützt beispielsweise durch Untersuchungen des Wanderungsverhaltens und der jeweiligen Motive, notwendig. Maßnahmen zur Stabilisierung der Bevölkerungsentwicklung sollten aufgrund einer teilräumlichen Strategie erfolgen, die in enger Kooperation der für Stadtentwicklung, Bauleitplanung und Wirtschaftsförderung zuständigen Akteure erarbeitet und gemeinsam beschlossen wurde. Ansätze dazu gibt es beispielsweise in Velbert mit dem "Strategischen Zielprogramm" oder dem "Entwicklungs- und Handlungskonzept Wachtberg". Allerdings fehlen bei den vorgefundenen Ansätzen oft die Einbeziehung des Themas Wasser und die Einbindung der wasserwirtschaftlichen Akteure. Für die Ausarbeitung übergreifender sowie gemeinde-/stadtteilbezogener Konzepte ist es unerlässlich, die Konfiguration und der Zustand der (Wasser-) Infrastruktur mit einzubeziehen. Hier sollte vor Ort eine Sensibilisierung bei allen Akteuren hinsichtlich der Wechselwirkungen zwischen der Siedlungsstruktur bzw. Siedlungsdichte und der Wasserinfrastruktur angestrebt werden. Dies schließt das Bewusstwerden von Potenzialen genauso mit ein wie das Aufzeigen von Grenzen.

### 5.4.2 Interdisziplinäre Entwässerungsplanung im Fokus des Klimawandels

Durch die in Abschnitt 2.3 beschriebenen Entwicklungen und Veränderungen beim Klima kommen auf die Planer und Betreiber neue Fragestellungen zu. Die Diskussion, ob und wie ein mögliches verändertes Niederschlagsverhalten zu einer Anpassung der wasserwirtschaftlichen Betriebs- und Planungsansätze führt und wie eine nachhaltige Auslegung der urbanen Wasserinfrastrukturen – gerade vor dem Hintergrund bestehender Unsicherheiten und ungewisser Projektionen – erfolgen kann, wird z. T. kontrovers geführt. Weitgehender Konsens besteht aber darin, dass die Kanalisation mit allen Entwässerungselementen nicht so ausgelegt werden kann, um alle auftretenden Wassermengen bei Extremniederschlägen vollständig aufzunehmen und sicher abzuleiten. Durch eine integrale Zusammenarbeit der betroffenen Fachdisziplinen in Verbindung

mit der Politik und den Bürgern müssen neue Wege zum Umgang mit Extremniederschlägen gefunden werden. Eine große Herausforderung liegt insbesondere in der Kommunikation, um alle Beteiligten einbinden zu können und dabei eine gemeinsame Sprache zu finden. Den Konsequenzen der aufgrund des Klimawandels teilweise erwarteten Zunahme von Trockenperioden für die Wasserversorgung und die Abwasserableitung wurde dagegen in den Beispielkommunen eine geringere Priorität zugeordnet.

Die Stärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit im Umgang mit den möglichen Folgen der Klimaveränderung ist als Handlungsoption ein wichtiges Ergebnis des Projektes NAUWA. Ein gemeinsames Verständnis für die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung von Handlungsentscheidungen (aller kommunaler Fachbereiche) auf die Entwässerungs- und Überflutungssicherheit ist notwendig, um zukunftsfähige, nachhaltige und wirtschaftliche Lösungen zu finden. Welche Instrumente dazu verwendet werden können, hängt auch von der Größe und den entsprechenden Verwaltungsstrukturen einer Kommune ab. Ein Beispiel, um den Informationsaustausch und Kommunikationsprozess zu fördern, ist der "Runde Tisch" in Gelsenkirchen, der auf Anregung des NAUWA-Projekts zum Thema "Gemeinschaftsaufgabe Überflutungsschutz" ins Leben gerufen wurde und eine interdisziplinäre Zusammenarbeit bezüglich der Thematik Entwässerungs- und Überflutungssicherheit zum Ziel hatte. Abbildung 5-4 zeigt exemplarisch die Zusammensetzung des runden Tisches in Gelsenkirchen.

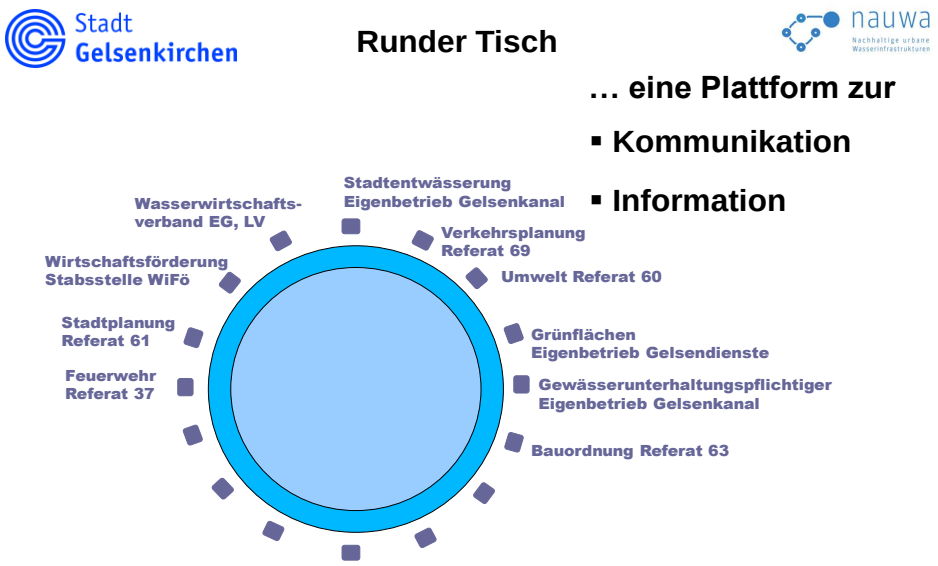


Abbildung 5-4: Zusammensetzung des Runden Tisches in Gelsenkirchen zur Bewältigung der "Gemeinschaftaufgabe Überflutungsschutz"

Den Akteuren muss bewusst werden, dass sie bei allen Planungen die Auswirkungen eines extremen Niederschlagsereignisses mit betrachten müssen. Hierbei ist es unerheblich, ob es um kleinere Maßnahmen, wie z. B. Baulückenschließungen, Schulhofgestaltungen, Straßendeckenerneuerungen o. ä., oder um größere Maßnahmen, wie die Entwicklung eines Neubaugebietes oder eine Maßnahme im Hauptverkehrsstraßennetz, handelt. Dies betrifft nicht nur die Maßnahmen der Stadt, sondern auch die der Privaten.

Insoweit wird deutlich, dass zunächst der Kommunikation des Themas "Überflutung", sowohl intern als auch extern, besondere Bedeutung zukommen muss. Es muss deutlich werden, dass wegen der Grenzen des technisch Machbaren der Überflutungsschutz als Gemeinschaftsaufgabe (öffentliche Daseinsvorsorge und private Ergänzungen) zu begreifen ist.

Mit Hilfe solcher Instrumente kann die gemeinsame Beantwortung der nachfolgend exemplarisch aufgeführten Fragestellungen für eine Kommune ein erster Schritt hin zu wirtschaftlich und wasserwirtschaftlich optimierten Lösungen sein.

- Wie verändert sich der Entwässerungskomfort durch den Klimawandel?
- Wo liegen gefährdete Überflutungsbereiche?
- Was sind die Ursachen für die Überflutungsgefährdung?
- Welche Risiken liegen in den Überflutungsgebieten?
- Welche Maßnahmen können das Überflutungsrisiko minimieren?
- Welchen Einfluss haben stadtplanerische Entwicklungen?
- Wie kann ein kommunales Hochwasserrisikomanagement einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wasserinfrastruktur aufgebaut und innerhalb der Stadt- und Verwaltungsstrukturen verankert werden?

Als wichtiges Ergebnis des Projektes NAUWA wurden in Gelsenkirchen Strukturen geschaffen, die den Überflutungsschutz als kommunale Gemeinschaftsaufgabe verankern sollen. Als zentrales Instrument für eine breite Sensibilisierung der betroffenen Akteure innerhalb der Verwaltung soll eine kommunale Karte "Fließwege und Einstaubereiche" im Sinne einer Hochwasserrisikokarte dienen. Ziel der Karte ist es, die potenziell gefährdeten Schwerpunktbereiche im Stadtgebiet mit Anschluss an die Entwässerungsanlagen zu identifizieren. Fachbereichsübergreifende Maßnahmenplanungen zur Vermeidung von schädlichen Überflutungen können anhand dieser Karte diskutiert und entwickelt werden. Solche Maßnahmen könnten beispielsweise den

- privaten oder öffentlichen Objektschutz,
- der gezielte unschädliche Freiflächenüberstau,

- der gezielte und gesteuerte unschädliche Straßenüberstau,
- die Ausweisung von Notwasserwegen/Gewässern,
- die Sicherung von Freiflächen zur Schaffung von Rückhaltevolumen,
- die Abstimmung von Erschließungsmaßnahmen mit der Entwässerungsplanung,
- die Aufweitung der Kanalisation (hydraulische Sanierung),
- die Netzverknüpfungen (hydraulische Sanierung) oder
- die Vorentlastung durch Notüberläufe berücksichtigen.

Auch organisatorische Maßnahmen, wie z. B.

- die Harmonisierung der Quelle für Unwetterwarnungen,
- Erweiterung und Abstimmung der Alarm- und Einsatzordnung der Feuerwehr,
- Entwicklung von Dokumentationsformblättern (Straßenüberflutung),
- Informationsdienst "Straßenüberflutung/Starkregen" für die Bürger einrichten,
- Änderung der Reinigungsintervalle der Straßeneinläufe und Sinkkästen, ggf. auch Änderung der Aufgabenzuordnung,
- Erweiterung der Abwasserberatung um das Thema "privater Hochwasserschutz",

die vorbeugend oder im Ereignisfall helfen, können mit Hilfe eines solchen Kartenwerks entwickelt, umgesetzt und weiterentwickelt werden.

### 5.4.3 Nutzung innovativer Ansätze

In Abschnitt 2.5 wurde bereits das Potenzial von technologischen Innovationen für die zukunftsfähige Ausrichtung der Wasserver- und Abwasserentsorgung beschrieben.

Ein großes Potenzial zur Steigerung der Effizienz der Wasserinfrastruktur bieten die Ansätze zur großräumigen Integration der **Regenwasserbewirtschaftung** in die Stadtentwicklung bzw. Stadtgestaltung (integriertes Regenwassermanagement). Zum einen stellt die Abkopplung größerer, abflusswirksamer Flächen und der dezentralen Versickerung ein wichtiger Ansatz dar. Die ortsnahe Versickerung, Verrieselung oder getrennte Einleitung von Regenwasser ist auch aus ökologischer Sicht oftmals sinnvoller als zentral ausgelegte Systeme, da das Regenwasser insbesondere bei der ortsnahen Versickerung und Verrieselung, aber auch bei der ortsnahen getrennten Einleitung dem natürlichen Wasserkreislauf dort zugeführt wird, wo es auch anfällt. Deswegen wurde diesen Lösungen gemäß § 55 Abs. 2 WHG und § 51a LWG NRW der Vorrang vor anderen entwässerungstechnischen Lösungen eingeräumt. Weitere Vorteile sind eine Entlastung des Kanalnetzes sowie größere Retentions- und Translationseffekte beim Oberflächenabfluss, was zu einer Reduzierung der Hochwasserabflüsse in Ge-

wässern führen kann. Auch die Nutzung des Regenwassers als häusliches Brauch- oder Pflegewasser kommt in Frage. Desweiteren besteht je nach örtlicher Problemlage die Möglichkeit der dezentralen Speicherung und Nutzung des Regenwassers als Kanalspülwasser oder als Löschwasser. Besonders im Falle von Teilsanierungen des Wasserversorgungsnetzes ist zu empfehlen, die Abkopplung der Funktion Löschwasser zu prüfen, für die hohe Kapazitäten vorgehalten werden müssen. Oft kann eine Sanierung dann mit einem kleineren Durchmesser kostengünstiger durchgeführt werden als ein Ersatz in gleicher Dimensionierung. Mögliche Alternativen im Bereich des Brandschutzes sind eine trinkwassernetz-unabhängige Löschwasserbereitstellung (z. B. über Löschteiche) sowie umfassende Brandschutzsysteme und innovative Löschtechniken (Nebellöschtechnik).

Darüber hinaus erfordern die oben beschriebenen demografischen und raumstrukturellen Prozesse neue bzw. angepasste Lösungskonzepte. Die vielfältigen Änderungen der Randbedingungen erfordern zukünftig eine verbesserte Funktionalität und eine höhere Flexibilität der Wasserinfrastruktur. So ist in dünner besiedelten bzw. schrumpfenden Teilräumen zu prüfen, ob Teilnetze abgekoppelt und als **dezentrales oder semizentrales System** betrieben werden können. Bei dieser Prüfung sollten auch die Möglichkeiten der Weiterentwicklung bzw. Etablierung neuer Betreiber- und Betriebsführungsmodelle mit einbezogen werden (vgl. Abschnitt 5.4.4). Bei notwendigen Kanalsanierungen sollten Umfang und Verfahren, je nach örtlicher demografischer und klimatischer Situation, sorgfältig abgewogen und die unter Berücksichtigung der langfristigen Entwicklung sinnvollste Vorgehensweise ausgewählt werden. Eine Möglichkeit für dünner besiedelte, aber im Zusammenhang bebaute Ortsteile bieten dabei bspw. Vakuumsysteme, bei denen häusliches Schmutzwasser mit Unterdruck entfernt wird.

Hinsichtlich der nachhaltigen Weiterentwicklung der Wasserinfrastruktursysteme stellt die **Verbesserung der Ressourcen- und Energieeffizienz** ein weiteres, wichtiges Thema dar: Wichtiges Ziel ist die Rückgewinnung der im Abwasser enthaltenen Nährstoffe, insbesondere Stickstoff und Phosphor. Dabei kann auch hier zwischen zentralen und dezentralen Ansätzen unterschieden werden. Bei zentraler Abwasserbehandlung wird versucht, die vor allem über die menschlichen Ausscheidungen sowie über auf anderem Wege eingetragenen Nährstoffe abzutrennen und einer Wiedernutzung zuzuführen. Aufgrund der Verdünnung und Verunreinigung des Abwassers mit verschiedenen unerwünschten Begleitstoffen wie Schwermetallen oder toxischen oder persistenten Organika sind die dazu bislang zur Verfügung stehenden Verfahren aber (noch) mit hohem Aufwand verbunden, der das Recycling gegenüber der Verwendung primären Rohphosphats allenfalls mittelfristig wirtschaftlich erscheinen lässt (Sartorius 2011). Als Alternative bieten sich Konzepte an, bei denen versucht wird, Abwasserteilströme zu trennen (bspw. über eine getrennte Erfassung von Grau- und Schwarzwasser) und nur

den nährstoffreichen Teilstrom so zu behandeln, dass ein Nährstoffrecycling möglich wird. Da 50 % des im Abwasser enthaltenen Phosphors und 80 % des Stickstoffs aus dem Urin stammen, werden auch Konzepte mit einer Abtrennung und getrennten Behandlung des Urins erprobt, wodurch die zu behandelnde Abwassermenge deutlich reduziert werden kann. Allerdings ist in diesem Fall der Aufwand für die Einrichtung und den Betrieb einer getrennten Sammelinfrastruktur für den Urin zu berücksichtigen, die einen mehr oder weniger großen Teil der zuvor genannten Vorteile wieder aufzehrt. Für große Gebäude, insbesondere solche mit regem Publikumsverkehr, wird hier aber dennoch ein großes Potenzial gesehen (von Horn *et al.* 2010).

Ein Beispiel für ein innovatives semi-dezentrales Wasserinfrastrukturkonzept ist in Abbildung 5-5 schematisch dargestellt. In diesem, in einem Neubaugebiet mit etwa 100 Grundstücken realisierten DEUS 21-Konzept wird auf der Wasserversorgungsseite das anfallende Regenwasser gesammelt und semidezentral aufbereitet, um es als Pflegewasser mit Trinkwasserqualität den Haushalten über ein zusätzliches zweites Versorgungsnetz zur Verfügung zu stellen. Auf der Abwasserseite erfolgt die Abwassersammlung über eine Vakuumkanalisation, an die auch Vakuumtoiletten und Küchenabfallzerkleinerer in den Häusern angeschlossen werden können. Die ebenfalls semidezentral betriebene Abwasserbehandlung besteht aus einer anaeroben Membranbehandlungsstufe, über die Biogas gewonnen wird und der Möglichkeit, in zusätzlichen Stufen Phosphor und Stickstoff zurückzugewinnen (s. Mohr 2011; Hiessl *et al.*, 2010; Hillenbrand 2009).

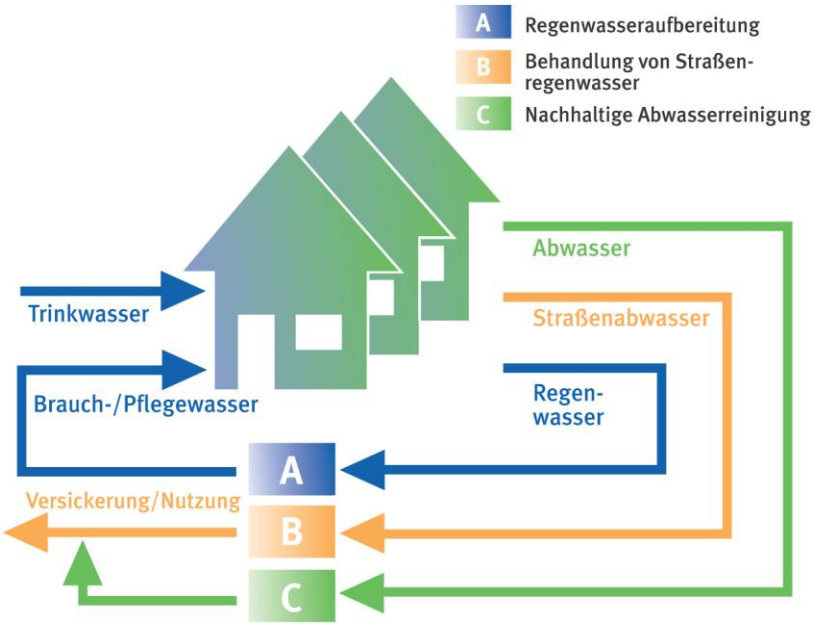


Abbildung 5-5: Innovatives Wasserinfrastrukturkonzept im Modellprojekt DEUS 21

(Quelle: www.deus21.de)

Vor dem Hintergrund der in Deutschland umzusetzenden Energiewende stehen außerdem innovative Techniken zur Verfügung, um die im Abwasser enthaltene Wärmemenge zurückzugewinnen. Bereits in einigen Projekten realisiert wurde die Wärmerückgewinnung aus dem Kanal, für die unterschiedliche Techniken entwickelt wurden (Becker *et al*., 2010; Müller *et al*., 2009; Grün *et al*., 2008). Ein anderer Ansatz versucht, die Wärme dezentral noch in bzw. nahe an den Gebäuden zurückzugewinnen mit dem Vorteil, dass hier ein deutlich höheres Temperaturniveau vorliegt, das eine direkte Übertragung der Wärme auf das Frischwasser erlaubt. Ein entsprechendes Demonstrationsprojekt wurde für ein Studentenwohnheim durchgeführt (vgl. Vetter *et al.* 2011). Eine zusätzliche Option ist eine Nutzung der Abwasser-Abwärme auf Kläranlagen nach der eigentlichen Abwasserbehandlung, insbesondere wenn durch eine Erhöhung des elektrischen Wirkungsgrades bei der Biogasverwertung weniger Wärme anfällt oder andere Nutzungen der Wärme möglich sind (Wietschel *et al.* 2010, S. 727).

Eine wichtige Herausforderung wird zukünftig außerdem der Umgang mit den im Abwasser noch enthaltenen Mikroschadstoffen sein (vgl. Abschnitt 2.1). Durch bessere Analysemethoden lassen sich die Mikroschadstoffe in nahezu allen Gewässern nachweisen. Erforderliche Maßnahmen sollten neben der Wasserwirtschaft auch vorgelagerte Nutzungen und daraus resultierende Emissionspfade umfassen. Neben regulatorischen und ökonomischen Ansätzen kommen hier v. a. verschiedene technische Maßnahmen sowie Management-Maßnahmen in Betracht, die sowohl an der Quelle, am Prozess, beim Nutzer als auch in der Abwasserreinigung (Nachsorge) ansetzen (vgl. Mathan *et al.* 2012). Die wichtigsten technischen Ansätze zur weitergehenden Elimination von Mikroschadstoffen in kommunalen Kläranlagen sind die Ozonierung sowie der Einsatz von Pulveraktivkohle (BAFU 2009).

Diese technologischen Innovationen sind teilweise nicht ohne organisatorische Innovationen umsetzbar. Dazu gehören einerseits die Änderung des Ortsrechts (z. B. Satzungsänderungen zur Umsetzung einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung), andererseits neue Organisationsformen zur Durchführung dieser neuen Aufgaben bspw. durch Kommunen bzw. kommunale Unternehmen, wenn sie mit Gewinnerzielungsabsicht verbunden sind. Im folgenden Abschnitt werden neue Tätigkeitsfelder beschrieben, die ein Potenzial für zusätzliche Einnahmen bieten.

### 5.4.4 Neue Tätigkeitsfelder

**Grundstücksentwässerung**

Nachdem jahrelang der Ausbau und die Optimierung von öffentlichen Kanalnetzen im Hinblick auf eine zentrale Ausrichtung im Vordergrund standen, rücken zunehmend

auch grundstücksbezogene Entwässerungsanlagen in den Fokus. Ein Grund ist die Einführung der getrennten Abwassergebühr (nach Schmutz- und Niederschlagswasser) aufgrund einer Entscheidung des Oberverwaltungsgerichts NRW (OVG NRW, Urt. v. 18.12.2007 – 9 A 3648/04 – rechtskräftig; siehe BVerwG, Az. 9 B 19.08). Die getrennte Abwassergebühr ermöglicht es nun, die Grundstückseigentümer, die ihr Niederschlagswasser ortsnah versickern oder zurückhalten und ggf. nutzen, (teilweise) von der Niederschlagswassergebühr zu befreien. Dadurch können auch im Bestand entsprechende Anreize für die Errichtung entsprechender Versickerungs- und Rückhalteanlagen gesetzt werden.

Versickerung und Verrieselung sind entwässerungstechnische Lösungen, zu denen von Seiten vieler Kommunen ein Beratungsbedarf angeboten wird, der weiter ausgebaut werden könnte. Es ist z. B. vorstellbar, dass Kommunen oder kommunale Unternehmen Versickerungslösungen für größere Grundstücke umsetzen und ggf. auch den Betrieb der Anlagen anbieten. Bspw. sind hier Contracting-Modelle vorstellbar (siehe nachfolgender Abschnitt). Betreibermodelle hätten den Vorteil, dass der Betrieb der Anlage in eigener Hand sichergestellt werden könnte, was vor allem dann relevant ist, wenn ein alternativer Umgang mit Niederschlagswasser zur Entlastung des Kanalnetzes bzw. zum Überflutungsschutz erforderlich ist.

Zwischen 1995 und 2005 wurde auf Grundlage der Selbstüberwachungsverordnung Kanal (vom 16. Januar 1995) der Zustand der öffentlichen Kanäle in Nordrhein Westfalen erstmalig überprüft. Die Zustandsüberprüfung wird im 15-jährigen Turnus wiederholt. Gemäß § 61a LWG sind nun auch private Abwasserleitungen einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Die Gemeinde bzw. der Abwasserbetrieb ist verpflichtet, die Grundstückseigentümer über die Durchführung der Dichtheitsprüfung zu beraten. Es liegt nahe, dass - über die Beratungsfunktion hinaus - die Kommune oder ein kommunales Unternehmen die Dichtheitsprüfung auch selbst anbieten könnte, z. B. im Rahmen der Zustandsuntersuchung öffentlicher Kanäle. Weiter könnte die Sanierungsplanung für undichte private Abwasserleitungen sowie die Ausführung der Sanierungsarbeiten oder die Kontrolle von Planung und Arbeiten angeboten werden. Durch die Prüfung der Sanierungsplanung sowie die Kontrolle der Ausführung durch die Kommune bzw. ein kommunales Unternehmen könnte vermieden werden, dass das fehlende Fachwissen der Grundstückseigentümer durch unseriöse Anbieter ausgenutzt wird. Im Rahmen der Dichtheitsprüfung, der Sanierungsplanung und der Ausführung der Sanierungsarbeiten durch die Kommune oder ein kommunales Unternehmen könnten Synergien im Zusammenhang mit der Sanierung öffentlicher Kanäle generiert werden und der Zustand der öffentlichen Kanäle besser überwacht werden.

Die Grundstücksentwässerung wird ein immer bedeutenderer Bestandteil der Siedlungsentwässerung, die eng mit dem öffentlichen Kanalnetz verbunden ist. Die grundstücksbezogenen Leistungen erfordern, neben den bestehenden Abläufen für Planung, Bau und Unterhaltung öffentlicher Kanäle und Abwasseranlagen, neue Arbeitsprozesse. Bei entsprechender Gestaltung der neuen und bestehenden Arbeitsprozesse ist es durchaus vorstellbar, dass sich Synergien durch eine ganzheitliche Aufgabenwahrnehmung von Seiten der Kommune oder eines kommunalen Betriebs generieren lassen. Darüber hinaus könnten in Verbindung mit der Grundstücksentwässerung Leistungen zum Überflutungs- und Hochwasserschutz angeboten werden, z. B. bezüglich der Kontrolle von Rückstausicherungen oder der Planung von Maßnahmen zum Objektschutz. Die neuen Tätigkeitsfelder, die mit der Grundstücksentwässerung verbunden sind, bieten nicht nur die Möglichkeit, Erlöse für kommunale Betriebe zu erwirtschaften und gleichzeitig eine wirtschaftliche Lösung für die Bürger anzubieten. Zudem besteht die Chance, das Bewusstsein von Bürgern, Investoren und Architekten für wasserwirtschaftliche Herausforderungen zu schärfen, um mit diesen weitergehende Maßnahmen zum Schutz vor Überflutungen und umweltfreundliche entwässerungstechnische Lösungen zu realisieren.

Weitere neuartige Tätigkeitsfelder ergeben sich im Bereich Bau und Betrieb von dezentralen Anlagen zur Abwasserentsorgung. Die mögliche Bandbreite der Modelle wird im nachfolgenden Abschnitt beschrieben.

**Betreibermodelle für dezentrale Wasserinfrastrukturen**

Aufgrund der in Deutschland in der Regel bei den Kommunen liegenden Abwasserbeseitigungspflicht sind die Entwässerungssysteme entsprechend pro Kommune weitgehend zentral ausgerichtet. Das zu reinigende Schmutzwasser wird netzbezogen zusammengeführt und anschließend einer zentralen Abwasserbehandlungsanlage zugeleitet. Organisatorisch werden der Betrieb der Entwässerungsnetze (einschließlich der dezentralen Speicherbecken und Pumpwerke) und der Betrieb der zentralen Abwasserbehandlungsanlagen (ebenfalls einschließlich der direkt vorgelagerten Speicherbecken und Pumpwerke) oftmals getrennt. Teilweise werden die Aufgaben der beiden Bereiche auch durch unterschiedliche Aufgabenträger wahrgenommen.

Bis zu 99 % der Haushalte in Deutschland sind an zentrale Entwässerungsnetze angeschlossen. Vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung in Deutschland (vgl. Abschnitt 2.2) ergeben sich allerdings neue Anwendungspotenziale für stärker dezentral bzw. semizentral ausgerichtete Konzepte. Im Blickpunkt der Diskussion stehen vor allem die hohen Unterhaltungskosten für die großen Entwässerungsnetze, die aufgrund des allgemeinen Bevölkerungsrückgangs durch die kleiner werdende Nutzer-

gruppe finanziert werden müssen. Außerdem steht heute eine Anlagentechnik zur Verfügung (vgl. Abschnitt 2.5), die auch im kleinen Maßstab und dezentral eine hohe Reinigungsleistung, insbesondere auch für kommunales Abwasser, ermöglicht.

Während die Anlagentechnik also zur Verfügung steht, sind hinsichtlich der Betriebsführung für einen dauerhaft sicheren und den Anforderungen an das hohe Schutzgut "Wasser" genügenden Betrieb noch viele Fragen offen. Der zentrale Betrieb solcher dezentralen Anlagen stellt eine Möglichkeit dar, um das ordnungsgemäße Funktionieren sicherzustellen. Auch weist der zentrale Betrieb der dezentralen Anlagen Vorteile in Bezug zur Wirtschaftlichkeit und einer vergleichbaren Anlageneffizienz auf. Nachfolgende Organisationsmodelle, unterteilt in Einzel- und Gruppenlösungen, sind grundsätzlich möglich.

Tabelle 5-1: Organisationsmodelle (Einzellösungen) für dezentrale (technische) Entsorgungskonzepte (Hillenbrand *et al.* 2010)

| **Einzellösungen** | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Dienstleistungsmodell** | |
| | **Individualmodell** | **Kümmerer-Modell** | **Contracting-Modell** |
| **Merkmale** | Errichtung, Betrieb und Instandhaltung der Kleinkläranlagen durch Grundstückseigentümer, ohne Teilleistungen an externe Dritte zu vergeben | Errichtung, Betrieb und Instandhaltung der Kleinkläranlagen durch Grundstückseigentümer, Teilleistungen werden an externe Dritte vergeben | Errichtung, Betrieb und Instandhaltung der Kleinkläranlagen durch externen Dritten, Nutzungsdauer und -entgelt sind Gegenstand von Vertragsverhandlungen |

Tabelle 5-2: Organisationsmodelle (Gruppenlösungen) für dezentrale (technische) Entsorgungskonzepte (Hillenbrand *et al.* 2010)

| **Gruppenlösungen** | | |
|---|---|---|
| | **Vereins-, GbR-, Genossenschafts-Modell** | **Dienstleistungsmodell** (Kümmerer-Modell als Gruppenlösung) |
| **Merkmale** | Errichtung, Betrieb und Instandhaltung der Kleinkläranlage durch Verein, GbR oder Genossenschaft, ohne Teilleistungen an externe Dritte zu vergeben | Errichtung, Betrieb und/oder Instandhaltung der Kleinkläranlage durch Verein, GbR oder Genossenschaft, Teilleistungen werden an externe Dritte vergeben |

**Rechtliche Rahmenbedingungen**

Die oben beschriebenen, neuen Tätigkeitsfelder lassen sich nicht ohne die entsprechende Beachtung rechtlicher Rahmenbedingungen umsetzen. Der in Abschnitt 5.4.3 erwähnte Vorrang von Versickerung, Verrieselung oder ortsnaher Einleitung von Regenwasser (Trennsystem) gegenüber anderen Entwässerungslösungen gemäß § 55 Abs. 2 WHG und § 51a LWG NRW gilt zum einen eingeschränkt für Grundstücke, die nach dem 01.01.1996 bebaut, befestigt oder erstmals an die Kanalisation angeschlossen wurden. Zum anderen gilt der Vorrang nur für zusammenhängende Einzugsgebiete, d. h., wenn bereits Kanäle zum Anschluss der Grundstücke vorhanden sind, hat der Anschluss- und Benutzungszwang gemäß § 9 GO NRW Vorrang - vorausgesetzt, er ist in der Ortssatzung verankert. Vom Anschluss- und Benutzungszwang können Grundstückseigentümer jedoch gemäß § 53 Abs. 3a LWG NRW unter den dort näher beschriebenen Bedingungen befreit werden.

Darüber hinaus können dezentrale wasserwirtschaftliche Lösungen und technische Innovationen dazu führen, dass wasserwirtschaftliche Dienstleistungen näher an den Endkunden rücken, wettbewerbliche Strukturen und ein gewerblicher Charakter entstehen. Hierzu gehören beispielsweise Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Rückgewinnung von Nährstoffen und Energie sowie der Regenwasserbewirtschaftung und die verschiedenen Betreibermodelle dezentraler Anlagen. Dabei ist zu prüfen, ob die neuen Tätigkeitsbereiche eine nicht wirtschaftliche Betätigung im Sinne des § 107 Abs. 2 Nr. 4 GO NRW sind und im Rahmen der Abwasserbeseitigung vorgenommen oder, ob es eine wirtschaftliche Betätigung gemäß § 107 Abs. 1 GO NRW ist und ein öffentlicher Zweck vorliegt, der "durch andere Unternehmen nicht besser und wirtschaftlicher erfüllt werden kann". Sollte die Leistung durch ein kommunales Unternehmen in der Rechtsform einer Anstalt öffentlichen Rechts vorgenommen werden, muss auf eine strikte wirtschaftliche Trennung von hoheitlichen Tätigkeiten der Abwasserbeseitigung geachtet werden, da ansonsten auch für die hoheitlichen Tätigkeiten die Steuerpflicht gilt.

Alternativ zu den öffentlich-rechtlichen Gesellschaftsformen kommt für neue Tätigkeitsfelder die Gründung eines entsprechenden Tochterunternehmens in Betracht. Ob eine Tätigkeit durch die Kommune oder ein kommunales Unternehmen erfolgen kann und von welcher rechtlichen Organisationsform die Aufgabe am Besten wahrgenommen wird, muss im Einzelfall geprüft werden.

### 5.4.5 Tarifstrukturen

**Kostenstruktur in der Wasserwirtschaft**

Die Kosten in der Wasserwirtschaft werden maßgeblich von Fixkosten bestimmt. Diese sind unabhängig von der tatsächlichen Inanspruchnahme der Anlage durch den Nutzer, der Abwasser einleitet oder Frischwasser bezieht. Zu den Fixkosten gehören insbesondere Abschreibungen und Zinsen, die durch das kapitalintensive Anlagevermögen wasserwirtschaftlicher Bauwerke und Anlagen bestimmt werden. Aber auch Personal- und Unterhaltungskosten sind insofern Fixkosten, als diese nicht durch eine geringere Inanspruchnahme der Anlage durch den Nutzer maßgeblich reduziert werden können.

Tabelle 5-3: Kostenstrukturen in der Wasserwirtschaft (Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2011)

| Kostenart | Abwasserbeseitigung | Wasserversorgung |
|---|---|---|
| AfA | 30 % | 18,3 % |
| Zinsen | 14 % | 7,2 % |
| Personal | 18 % | 18,5 % |
| Sonstige Kosten (z. B. Roh-, Hilfs- und Betriebskosten, sonstiger betrieblicher Aufwand, bezogene Leistungen) | 38 % | 56 % |

Unter der Annahme, dass in Tabelle 5-3 in den sonstigen Kosten ein Anteil von 50 % Unterhaltungsaufwand enthalten ist, liegt der Fixkostenanteil (Abschreibungen, Zinsen, Unterhaltungs- und Personalkosten) in der Abwasserbeseitigung bei ca. 80 % und in der Wasserversorgung bei ca. 70 %. Trotz dieses hohen Fixkostenanteils wird ein Großteil der Kosten in der Wasserwirtschaft (Abwasser-, Wassergebühren bzw. Wasserpreise) auf den verbrauchsabhängigen und damit variablen Wasserbezug bzw. die eingeleitete Schmutzwassermenge umgelegt.

Die anlagengebundenen Fixkosten sind aufgrund der langen Nutzungsdauer kurzfristig nur schwer zu reduzieren. Hingegen ist in den letzten Jahren der (spezifische) Wasserverbrauch aufgrund der effizienteren Wassernutzung in Industrie und Haushalten deutlich zurückgegangen. Es ist zu erwarten, dass sich dieser Trend in den nächsten Jahren weiter fortsetzen und durch die demografische Entwicklung verstärken wird (siehe Abschnitt 2.1). Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung erfordert eine kostende-

ckende Aufgabenerledigung in der Wasserwirtschaft zukünftig Anpassungen der Wassertarife bzw. der Tarifstrukturen, soweit nicht durch Effizienzsteigerungen und eine (mittel- bis langfristige) Reduzierung der Fixkosten die mit diesen Veränderungen verbundenen Steigerungen der spezifischen Kosten ausgeglichen werden können.

Tabelle 5-4: Beispielberechnung einer Gebührenentwicklung unter Berücksichtigung von Einwohnerrückgang und Reduzierung des spezifischen Wasserverbrauchs

| **Wasserverbrauch** | **Ist-Wasserverbrauch: 126 l/(EW*d)** | **Prognose-Wasserverbrauch: 92 l/(EW*d)** |
|---|---|---|
| Demografie | | |
| IST-Einwohnerzahl: 35.000 EW | 2,22 €/m³ | 2,88 €/m³<br>+ 0,66 €/m³ / + 30 % |
| Prognose-Einwohnerzahl: 30.000 EW | 2,52 €/m³<br>+ 0,30 €/m³ / + 13 % | 3,28 €/m³<br>+ 1,06 €/m³ / + 48 % |

In Tabelle 5-4 ist beispielhaft dargestellt, wie sich die verbrauchsabhängigen Gebühren für die Schmutzwasserbeseitigung bei 80 % gleichbleibender Fixkosten und bei linearem Rückgang der 20 % variablen Kosten entwickeln würden. Demnach würden bei einer Kommune mit 35.000 Einwohnern durch den demografischen Wandel die verbrauchsabhängigen Gebühren bzw. (Arbeits)Preise um 13 % und durch eine Reduzierung des durchschnittlichen Wasserverbrauchs auf ein Niveau der neuen Bundesländer von 93 l/(EW*d) um 30 % steigen. Eine Überlagerung dieser beiden Effekte würde die Gebühren um fast 50 % steigen lassen, wobei eine inflationäre Wirkung nicht eingerechnet ist.

**Spezifische Kosten in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur**

Um den Zusammenhang zwischen Wasserinfrastrukturkosten und örtliche Lage bzw. Siedlungsstruktur zu untersuchen, wurden im Rahmen des Projektes NAUWA die spezifischen Kosten der Abwasserbeseitigung in Abhängigkeit von der örtlichen Lage bzw. Siedlungsstruktur beispielhaft für Wachtberg berechnet. Dazu kann bspw. das kanalisierte Einzugsgebiet in abgeschlossene Teilgebiete oder nach der Bebauungsstruktur (Siedlungs- und Bebauungsstrukturen) unterteilt werden. Für jedes Teilgebiet bzw. Teilnetz oder jede Bebauungsstruktur werden dann – wie bei der Gebührenkalkulation für das Gesamtgebiet- die Kosten ermittelt und auf die jeweils anfallende Abwassermenge bzw. angeschlossene befestigte Fläche umgelegt.

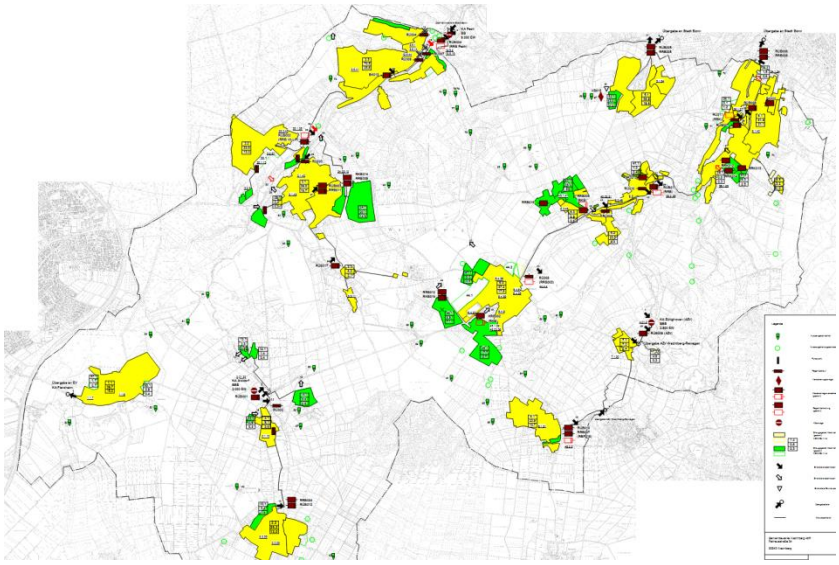

Abbildung 5-6: Ortschaften in Wachtberg

Beispielhaft ergaben sich für Wachtberg mit seiner polyzentralen Siedlungsstruktur mit weit voneinander entfernten Ortschaften (siehe Abbildung 5-6) aufgrund der Netzstruktur 5 abgeschlossene Teilnetze, für die die jeweils anfallenden Kosten und Kostträger (Frischwasserverbrauch, angeschlossene befestigte Fläche) ermittelt wurden.

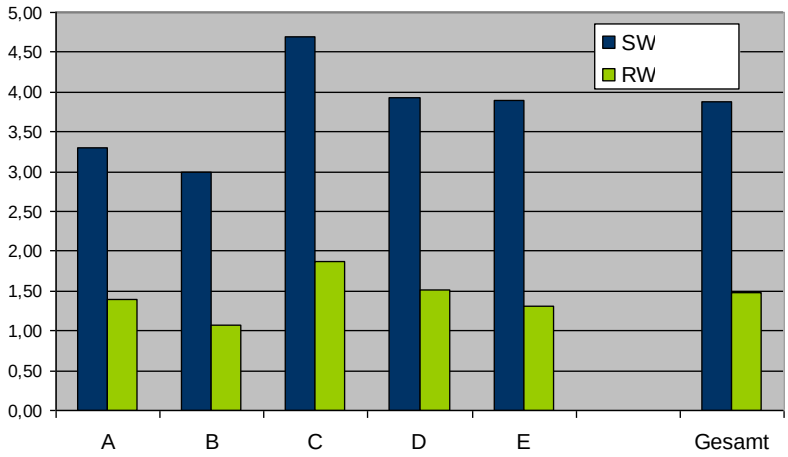


Abbildung 5-7: Spezifische Kosten (SW: Schmutzwasser; RW: Regenwasser) in Abhängigkeit von der örtlichen Lage am Beispiel von Wachtberg

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die spezifischen Kosten zwischen den jeweiligen Teilnetzen deutlich unterscheiden (vgl. Abbildung 5-7). Für die Ableitung von Schmutzwasser (SW) variieren die spezifischen Kosten zwischen 3,00 € pro m³ in Netz "B" und 4,70 € pro m³ in Netz "C", die spezifischen Kosten für die Ableitung von Nie-

derschlagswasser (RW) schwanken zwischen 1,10 € pro m² angeschlossener befestigter Fläche in Netz "B" und 1,90 € pro m² ebenfalls in Netz "C". Die Maximal- und Minimalwerte liegen demzufolge für die Schmutzwasser- und Niederschlagswassergebühr in den gleichen Teilnetzen. Im Mittel liegen die spezifischen Kosten für die Schmutzwasserbeseitigung bei 3,60 pro m³ und für die Ableitung von Niederschlagswasser bei 1,45 pro m².

Die berechneten Unterschiede zwischen den Teilgebieten bzw. Teilnetzen sind z. T. erheblich und es ist leicht vorstellbar, dass sich diese Unterschiede durch eine ungünstige Entwicklung von Siedlungsstruktur und Demografie weiter verstärken.

**Lösungsansätze**

Unabhängig von eher mittel- bis langfristig wirkenden Ansätzen zur Reduktion der Fixkosten zum Ausgleich bei rückläufigem Wasserverbrauch kann dem Risiko von steigenden Abwassergebühren bzw. Wasserpreisen durch eine bessere Abbildung der Fixkosten in der Abwassergebühr bzw. dem Wasserpreis entgegengewirkt werden. Bei der Einführung einer angemessenen Grundgebühr (Grundpreises) gab bzw. gibt es deutliche Veränderungen, und die Zahl der Kommunen mit einem verbrauchsunabhängigen Grundpreis neben der verbrauchsabhängigen Gebühr bzw. dem Arbeitspreis hat sowohl in der Wasserversorgung als auch bei der Schmutzwasserbeseitigung zugenommen. Auch bei der Niederschlagswasserbeseitigung entstehen fixe Kosten unabhängig von der Größe der angeschlossenen befestigten Fläche, so dass auch hier die Erhebung einer Grundgebühr möglich ist, z. B. nach einer diskreten Staffelung pro 50 $m^2$ angeschlossener befestigter Fläche.

Für die Einführung der Grundgebühr spricht, neben der Abbildung der Fixkosten, auch die implizite Berücksichtigung der spezifischen Kosten unterschiedlicher Siedlungsstrukturen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei Mehrfamilienhäusern pro Anschluss (und damit pro Grundgebühr) mehr Haushalte versorgt werden als bei Ein- oder Zweifamilienhäusern und dadurch die Kosten pro Haushalt bzw. Einwohner in dichter bebauten Siedlungsstrukturen tendenziell geringer sind.

Allerdings wird bisher nur ein relativ geringer Anteil der Fixkosten in die Grundgebühr eingerechnet, was wohl auch auf die derzeitige Rechtsprechung zurückzuführen ist. So verstößt nach einem Urteil des OVG NRW vom 30.04.2004 (Az.: 9 A 2522/03; Bestätigung des Urteils des VG Münster vom 25.03.2003, Az.: 7 K 1435/99, beide abrufbar unter www.nrwe.de) die Umlegung von 66 % der Gesamtkosten über eine Grundgebühr nach Zahl der Grundstücksanschlüsse gleichmäßig auf alle Benutzer gegen den Gleichheitssatz des Art. 3 Abs. 1 GG, weil in diesem Fall nach der besonderen Struktur der Gemeinde die Vorhalteleistungen im Wesentlichen einem (industriellen) Großeinlei-

ter zugute kämen, der allein 18 % der Kläranlagenkapazität beansprucht. Diesem rechtlichen Risiko könnte man entgehen, indem bei der Grundgebühr weitere Faktoren berücksichtigt werden, um eine solche Ungleichbehandlung zu verhindern, z. B., indem die Kosten für die Kläranlage gesondert erhoben werden.

Eine mögliche Berücksichtigung der spezifischen Kosten in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur besteht bspw. bei neuen Baugebieten, die außerordentlich hohe Kosten für die Wasserinfrastruktur verursachen, z. B. durch längere Verbindungssammler. Ggf. kann die Einführung einer gesonderten Gebühr für das Bebauungsgebiet in Betracht gezogen werden; dazu sind aber die damit verbundenen rechtlichen Risiken sorgfältig abzuwägen. Eine transparente Darstellung solch hoher Kosten könnte zusätzlich Überlegungen stärken, über alternative, stärker dezentrale bzw. semizentrale Systeme die spezifischen Kosten für das betreffende Bebauungsgebiet zu reduzieren.

Den örtlich oder nach Bebauungsstruktur differenzierten spezifischen Wasserinfrastrukturkosten würde bei einer entsprechenden Anwendung eine Controlling-Funktion zukommen, die auch für bestehende Gebiete genutzt werden kann. Ergänzend zu der örtlichen oder nach der Bebauungsstruktur differenzierten Gebühr könnten weitere Kennzahlen, wie Kosten pro Einwohner oder Kosten pro Anschluss/Grundstück für die unterschiedlichen Ortsteile oder die jeweiligen Bebauungsstrukturen berechnet werden. Die spezifischen Kosten und Kennzahlen könnten unter Berücksichtigung geplanter, zukünftiger baulicher Investitionen für Neuerschließungen und Sanierungen sowie der demografischen Entwicklung für zukünftige Zustände prognostiziert werden.

Die spezifischen Kosten und die damit verbundenen Kennzahlen wären eine gute Grundlage, um bei der Stadtentwicklung bzw. Bauleitplanung zu berücksichtigen, welche Quartiere welche Wasserinfrastrukturkosten verursachen (siehe Abbildung 3-1 roter Bereich), z. B. um zu entscheiden, in welchen Quartieren ein Rückbau oder eine Erweiterung sinnvoll wäre. Aber auch für mittel- bis langfristige wasserwirtschaftliche Planungen könnten die Kennzahlen verwendet werden, um zu prüfen, ob es in bestimmten Ortsteilen bzw. Quartieren sinnvoll ist, auf dezentrale oder semizentrale Systeme umzustellen oder die baulichen Standards anzupassen. Aus dieser Perspektive sind die nach örtlicher Lage oder nach Bebauungsstruktur differenzierten spezifischen Kosten ein geeignetes kostenrechnerisches Instrument zur internen Steuerung städtebaulicher und wasserwirtschaftlicher Maßnahmen.

## 5.5 Szenarien

Durch Kombination der Szenario-Gerüste mit den jeweils am Besten passenden Handlungsoptionen (siehe Abschnitt 5.4) in den unterschiedlichen, in Abschnitt 5.3 beschriebenen Handlungsfeldern, wurden für alle vier Kommunen jeweils drei narrative Szenarien ausgearbeitet, die ähnliche Schwerpunktsetzungen, wenn auch in unterschiedlichen Ausprägungen und Gewichtungen haben:

1. Umweltschutz:
   Aufgrund von zunehmenden Umweltveränderungen (z. B. Klimawandel, Ressourcenverknappung) stehen Umweltbelange im Fokus der gesellschaftlichen Entwicklung.
2. Wirtschaftskrise:
   Ein schwieriges wirtschaftliches Umfeld führt zu wirtschaftlichen und sozialen Problemen, mit denen die Kommune durch geeignete Strategien umgehen muss ("Ärmel hoch").
3. Wachstum:
   Eine positive Wirtschaftsentwicklung verbunden mit einer hohen Innovationsdynamik vergrößert den Spielraum der Kommunen; Umweltschutzbelange treten in den Hintergrund.

Diese Szenarien-Beschreibungen sind Teil der kommunenspezifischen Arbeitspapiere. Sie wurden zur Ableitung der spezifischen Handlungsempfehlungen und der Handlungsstrategie für die jeweilige Kommune genutzt. Sie waren außerdem Inhalt der Abschlussveranstaltungen in den Kommunen: In den Veranstaltungen mit den Bürgern in Lünen und Wachtberg wurden dazu gekürzte Fassungen als Hörspiel eingesetzt, um eine möglichst gut verständliche und transparente Darstellung der möglichen Entwicklungen zu erreichen.

## 5.6 Handlungsempfehlungen und Strategie

Aufbauend auf den Ergebnissen der Szenario-Workshops sowie den ergänzenden Analysen zu einzelnen Handlungsfeldern, deren Ergebnisse teilweise in eigene Papiere festgehalten wurden (NAUWA-Fokuspapiere) konnten für die einzelnen Kommunen konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Diese decken die kommunenspezifischen Handlungsfelder ab und sollen möglichst "robust", also für jedes der angenommenen Szenarien sinnvoll sein. Sie wurden auf den Abschlussveranstaltungen vorgestellt und diskutiert. In zusammengefasster Form sind sie außerdem Grundlage der Handlungsstrategie. Sowohl die Handlungsempfehlungen als auch die darauf auf-

bauende Strategie sind jeweils in den Arbeitspapieren für die Kommunen enthalten. Beispielhaft ist die Strategie für Wachtberg im folgenden Kasten zusammengefasst:

1. Die Ver- und Entsorgungsnetze Wachtbergs werden weiterentwickelt. Mögliche Alternativen zum bestehenden zentralen System werden je nach Siedlungsstrukturen neuer Baugebiete überprüft.

2. Die Gemeindeentwicklung konzentriert sich auf die im Regionalplan ausgewiesenen ‚Allgemeinen Siedlungsbereiche', um Wachtberg für die eingesessene Bevölkerung attraktiv zu halten. Die Wasserinfrastruktur und der Überflutungsschutz werden in der Bauleitplanung angemessen berücksichtigt.

3. Die Bürger werden auf Grundlage eines umfassenden Informations- und Kommunikationskonzepts über Vorsorge- und Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser und Sturzfluten informiert.

4. Eine Erhebung und transparente Darstellung der Kosten- und Einnahmesituation für einzelne Teilnetze der Abwasserentsorgung zur Verbesserung der Grundlage für Investitionsplanungen verursachergerechter räumlicher Differenzierung der Gebühren sollte geprüft werden.

Die Handlungsstrategie bedarf der Umsetzung in den Kommunen durch entsprechende Maßnahmen. Teilweise konnten bereits während der Projektlaufzeit einzelne Handlungsempfehlungen und Maßnahmen auf den Weg gebracht werden. Einige Beispiele sollen dies im Folgenden illustrieren:

- **Überflutungsschutz als kommunale Gemeinschaftsaufgabe**
  In Gelsenkirchen wurde begonnen, organisatorische Strukturen zu schaffen, durch die der Überflutungsschutz als kommunale Gemeinschaftaufgabe verankert werden soll. Dazu wurde zum einen ein Runder Tisch zu diesem Thema initiiert, zum anderen soll dazu als zentrales Instrument für eine breite Sensibilisierung eine Karte "Fließwege und Einstaubereiche" im Sinne einer Hochwasserrisikokarte erstellt und gepflegt werden (vgl. Abschnitt 5.4.2).
- **Vergleichsrechnungen für Kanalsanierungsmaßnahmen vor dem Hintergrund des Klimawandels**
  Die hydrodynamischen Auswirkungen bereits geplanter Sanierungsmaßnahmen der Kanalisation auf dem Stadtgebiet Velbert sowie die damit verbundenen Kosten wurden mit denen von dezentralen Maßnahmen zur Flächenabkopplung in Bezug auf das Regenwasser verglichen. Es hat sich gezeigt, dass nur teilgebietsbezogene Betrachtungen die jeweiligen topographischen und baulichen Randbedingungen adäquat berücksichtigen und so zu effizienten Lösungen führen können.

- **Ortsteilspezifische Neustrukturierung der Abwassergebühr**
  In der Flächengemeinde Wachtberg haben Analysen zu den Kosten und dem Gebührenaufkommen in den 13 Ortsteilen gezeigt, dass infrastrukturell ineffizientere Gebiete mit geringer Siedlungsdichte und langen Leitungsnetzen durch effizientere, kompaktere Gebiete in deutlichem Umfang quersubventioniert werden. Als Grundlage mittelfristiger Investitionsplanungen werden zukünftig teilnetzbezogene Betrachtungen verwendet.
- **Maßnahmen zum Überflutungsschutz**
  Durch eine Identifizierung besonders gefährdeter Bereiche anhand der topografischen Bedingungen und Modellrechnungen wird in Lünen versucht, gezielte Maßnahmen zum Überflutungsschutz umzusetzen. Zusätzlich ist angedacht, den Betrieb der Straßenentwässerung durch den Abwasserentsorgungsbetrieb zu übernehmen, Darüber hinaus wird aber auch der Bürger in Bezug auf den Schutz des eigenen Objekts sensibilisiert, informiert und in die Pflicht genommen,
- **Verbesserte Einbindung der Belange der Wasserinfrastruktur in verwaltungsinterne Planungsprozesse**
  Ausgelöst durch die Arbeiten im Rahmen des NAUWA-Projektes konnten auf der Verwaltungsebene Verbesserungen bei den Abstimmungsprozessen zwischen den direkt für die Wasserinfrastruktur Verantwortlichen und anderen Verwaltungseinheiten erreicht werden.

# 6 Organisatorische Verankerung der Erkenntnisse in Kommunen

Die Anpassung der Organisationssysteme bzw. -strukturen in der Wasserwirtschaft und Kommunalverwaltung kann ebenso als eine Reaktion auf die sich ändernden Umwelt- bzw. Umfeldbedingungen verstanden werden, wie die Anpassung der technischen Wasserinfrastruktursysteme an klimatische, demografische, technische Entwicklung und andere Umweltbedingungen. Bedenkt man die Vielzahl der unterschiedlichen Akteure und Interessen (siehe Abschnitt 3.1), die bei Veränderungen der Wasserinfrastruktursysteme beteiligt sind, kann die organisatorische Entwicklung sogar eine Voraussetzung für die (Weiter-)Entwicklung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur darstellen.

Elemente der klassischen Organisationstheorie sind u. a. Spezialisierung, Arbeitsteilung und Hierarchie. Die darauf aufbauende Differenzierung der Organisation in Unternehmen und Verwaltung hat zu kleinteiligen und komplexen Strukturen geführt. Aus ökonomischer Sicht stehen den mit der Arbeitsteilung und Differenzierung verbundenen Skalen- und Lerneffekten zunehmende Transaktionskosten in Form von Kosten für die Koordination des komplexen Systems gegenüber (Picot *et al.* 2001, S. 26 ff.). Deshalb ist ein wesentliches Ziel bei der Gestaltung von organisatorischen Strukturen, ein angemessenes Verhältnis zwischen Integration und Differenzierung zu finden (Schreyögg 2003, S. 112). In der öffentlichen Verwaltung sind die arbeitsteiligen ausdifferenzierten Organisationsstrukturen u. a. an der Aufteilung in Dezernate, Ämter bzw. Fachbereiche abzulesen. Im Rahmen der Privatisierung und Verwaltungsmodernisierung sind insbesondere in der Wasser- und Abwasserwirtschaft verschiedene Formen des Outsourcings zu beobachten. Die Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung wird oftmals durch aus der Stadtverwaltung herausgelöste städtische Eigenbetriebe oder eigenständige Anstalten öffentlichen Rechts (Gemeinde- bzw. Stadtwerke), aber auch durch GmbHs mit privater Beteiligung durchgeführt. Diese Tendenzen haben in der aufgrund des föderalen Systems und der kommunalen Selbstverwaltung ohnehin dezentral angelegten Verwaltung der Bundesrepublik Deutschland zu einer weiteren Fragmentierung der organisatorischen Strukturen geführt.

Durch die Spezialisierung innerhalb der Kommunalverwaltung sowie durch die in Teilen erfolgte Ausgliederung von Fachbereichen, wie der Abwasser- und Wasserwirtschaft, konnten fachspezifisches Know-how gesammelt und Handlungsspielräume durch kürzere Entscheidungswege und höhere Eigenverantwortung gewonnen werden. Auf der anderen Seite können die anstehenden Veränderungen im Umfeld der Wasserwirtschaft (siehe Kapitel 1 und Abschnitt 5.2), wie Klimawandel und demografische Entwicklung, nicht von einzelnen Fachbereichen oder kommunalen Betrieben bearbeitet

werden, sondern erfordern eine fachübergreifende Zusammenarbeit, wie sich an den verschiedenen Handlungsfeldern in Abschnitt 5.3 ablesen lässt. Damit besteht eine große Herausforderung darin, die Kommunalverwaltung, kommunale Betriebe und auch privatwirtschaftliche Unternehmen, die Aufgaben der Daseinsvorsorge wahrnehmen, an gemeinsamen Zielen und Strategien auszurichten.

Die Erfahrungen des NAUWA-Projekts haben gezeigt, dass die Szenario-Workshops aufgrund ihrer interdisziplinären Ausrichtung und Besetzung zu einer weitergehenden Vernetzung unter den beteiligten Akteuren beigetragen und fachübergreifend zu einer Sensibilisierung für wasserwirtschaftliche Fragestellungen in anderen Fachbereichen geführt haben. In der Konsequenz wurde beispielsweise der Abwasserbetrieb von Seiten der Stadtplanung bei Fragestellungen zu Erschließungsprojekten früher und intensiver beteiligt (siehe Problemstellung in Abschnitt 3.2). Eine solche zunächst informelle Vorgehensweise lässt sich über Dienstanweisungen oder eine andere Form der bewussten Gestaltung von Arbeitsprozessen (zum Beispiel Prozessanweisungen eines Qualitätsmanagementsystems) formalisieren. Durch gezielte Gestaltung der Schnittstellen bei Prozessen und Abläufen kann innerhalb einer durch Arbeitsteilung bzw. Differenzierung geprägten kommunalen Aufbauorganisation bis zu einem gewissen Grad eine vertikale Integration bewirkt werden. Diese vertikale Integration kann, bei Beibehaltung der bestehenden Aufbauorganisation, durch fachübergreifende Arbeits- oder Projektgruppen, die sich für die Realisierung bestimmter Handlungsoptionen (siehe Abschnitt 5.4) anbieten, weiter forciert werden. Ein gelungenes Beispiel dafür ist der in Gelsenkirchen initiierte Runde Tisch "Gemeinschaftsaufgabe Überflutungsschutz", der in Abschnitt 5.4.2 sowohl hinsichtlich seiner Zusammensetzung als auch seiner Zielsetzung näher beschrieben ist.

Dabei sollte die Ausrichtung der routinemäßigen Prozesse und Arbeitsprozesse sowie der einzelnen Arbeits- und Projektgruppen an der Gesamtstrategie im Auge behalten werden. Hier besteht die Möglichkeit, vorhandene organisatorische Strukturen gezielt zu nutzen oder neue zu etablieren. Das kann zum Beispiel in Form einer Stabsstelle des Bürgermeisters erfolgen, deren Aufgabe es ist, die langfristige Umsetzung der Handlungsstrategien zu verfolgen und das kommunale Umfeld auf relevante Veränderungen zu beobachten, um diese bei der Überarbeitung und Anpassung der Handlungsstrategien zu berücksichtigen.

Die Anpassung der Handlungsstrategien sollte in Form von regelmäßig wiederholten Szenario-Workshops stattfinden, die beispielsweise durch eine solche Stabsstelle initiiert werden können. Solche Workshops können durch die Beteiligung von Wissenschaft, Wasserwirtschaftsverbänden, lokalen Unternehmen und gesellschaftlichen

Gruppen genutzt werden, um den Blick in das kommunale Umfeld zu erweitern und neue Ideen und Handlungsstrategien zu erarbeiten.

Neben der Aktualisierung der Handlungsstrategie wird durch die regelmäßige Wiederholung der Szenario-Workshops eine weitergehende Vernetzung zwischen Kommunalverwaltung, Wasserwirtschaft und externen Akteuren sowie die Anpassung der (informellen) Prozesse bewirkt. Denn viele Ansätze im Handlungsbereich der Wasserwirtschaft und Kommunalverwaltung können nicht im Alleingang, sondern nur oder zumindest besser in Zusammenarbeit mit Bürgern, lokaler Wirtschaft und anderen Akteuren gelöst werden.

# 7 Übertragbarkeit der Ergebnisse

Eine wichtige Aufgabe im Rahmen des NAUWA-Projektes war die Aufarbeitung der am Beispiel der vier Kommunen gewonnenen Erfahrungen hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf andere Kommunen. Im Folgenden werden wichtige Aspekte hinsichtlich der methodischen Vorgehensweise bei der Durchführung eines solchen, szenariobasierten Ansatzes (7.1) und der wichtigsten Inhalte (7.2) beschrieben.

Zusätzlich wurden die wichtigsten Ergebnisse in dem "Leitfaden zur Gestaltung eines strategischen Planungsprozesses zur nachhaltigen Weiterentwicklung der kommunalen Wasserinfrastruktur"[12] zusammengefasst.

## 7.1 Methodischer Ansatz

Im Rahmen des Projekts wurden umfangreiche Analysen des Umfeldes sowie der Ausgangssituation, der Akteure und Prozesse in den vier Fallstudienkommunen durchgeführt. Vor dem Hintergrund der sich verändernden Randbedingungen für die urbanen Wasserinfrastrukturen (vgl. Kapitel 1) ist es unerlässlich, dass Kommunen und Betreiber gemeinsam und frühzeitig einen langfristig orientierten, strategischen Planungsprozess durchführen, um sich auf die anstehenden Herausforderungen gezielt einzustellen.

Die Erarbeitung von Szenarien mit einer breiten Beteiligung der kommunalen und gesellschaftsrelevanten Akteure ist ein Weg, alle Beteiligten für die Thematik und den bestehenden Handlungsdruck zu sensibilisieren, gemeinsame Ziele für die langfristige Stadt- und Infrastrukturentwicklung zu formulieren und problematische Entwicklungen transparent zu machen. Der Szenario-Ansatz bietet die Möglichkeit, den sich daraus ergebenden aktuellen Handlungsbedarf zu konkretisieren und im Rahmen der gemeinsamen Diskussionsprozesse Handlungsoptionen zu erarbeiten und zu bewerten. Durch ergänzende Analysen sind dabei die notwendigen Detailinformationen in den Gesamtprozess mit einzubringen. Der verwendete Ansatz mit den Schritten

- Bestandsaufnahme der Ausgangssituation,
- Szenario-Workshops zur Festlegung der Handlungsfelder/Handlungsoptionen und zur Ableitung der Szenariengerüste/Szenarien,
- Analyse- und Abwägungsprozess mit ergänzenden Analysen und
- Ableitung der Handlungsempfehlungen und der Handlungsstrategie

hat sich bewährt. Folgende Aspekte sind dabei besonders zu beachten:

- Der Erfolg des Szenario-Prozesses hängt ganz wesentlich von der Zusammensetzung und der Kontinuität der Teilnehmer ab. Es sollten alle wesentlichen Akteure

auf konzeptionell-strategischer Ebene vertreten sein, unterschiedliche Fachkompetenzen sind zu beteiligen und die Teilnehmer müssen bereit sein, den gesamten Prozess zu begleiten.

- Der Aufwand bei der Durchführung der Szenario-Workshops einschließlich der Vor- und Nachbereitung und der Erstellung der Szenarien darf nicht unterschätzt werden. Aufgrund der komplexen Thematik sind nach den gewonnenen Erfahrungen mindestens zwei Workshops erforderlich. Auf der anderen Seite hat sich gezeigt, dass die Problemlagen vergleichbar sind und die wichtigsten Handlungsfelder in allen Kommunen diskutiert wurden, wenn auch teilweise mit unterschiedlichen Gewichtungen (vgl. Zusammenfassung in 7.2). Vor diesem Hintergrund könnte eine stärkere Vorbereitung und Fokussierung der Diskussionsprozesse den Aufwand insgesamt verringern. Allerdings muss gewährleistet bleiben, dass die Workshop-Teilnehmer sich trotzdem mit Inhalt und Ergebnis des Prozesses identifizieren.
- Die vertonten Szenarien eröffnen die Möglichkeit, die Ergebnisse eines solchen Prozesses in einer leicht verständlichen und transparenten Form in die Öffentlichkeit zu tragen und können den Einstieg für eine öffentliche Diskussion darstellen. Allerdings ist dabei eine Schwerpunktsetzung notwendig, eine umfassende Darstellung aller Aspekte wird in der Regel nicht möglich sein. Bei einer breiten Diskussion der Ergebnisse mit der Bevölkerung ist zu berücksichtigen, dass möglicherweise Probleme, die ggf. auch nur einen kleinen Teil des Gemeindegebiets bzw. der Bevölkerung betreffen, die Diskussion insgesamt überlagern, so dass der Blick auf die eigentlich notwendigen langfristigen Perspektiven versperrt wird.
- Über den Szenario-Prozess können konkrete Handlungsempfehlungen für die Kommune abgeleitet werden. Für eine nachhaltige Weiterentwicklung der Wasserinfrastruktursysteme ist die im Anschluss notwendige, dauerhafte Verankerung der Ergebnisse sowohl auf der fachlichen als auch der organisatorischen Ebene entscheidend.

## 7.2 Zentrale Problemfelder und Lösungsansätze

Die inhaltlichen Schwerpunkte der Diskussionen in den vier Kommunen zeigten, dass trotz der jeweils sehr unterschiedliche Rahmenbedingungen es deutliche Überschneidungen hinsichtlich des bestehenden Handlungsdrucks und möglicher Lösungsansätze gibt. Im Folgenden sind zusammenfassend für die zentralen Problemfelder die möglichen Handlungsdrücke und entsprechende Lösungsansätze skizziert. Die vorgeschlagenen Lösungsansätze stellen Bausteine dar, die auch auf andere Kommunen übertragen werden können und dort unter Berücksichtigung der lokalen Randbedingungen anzupassen sind.

## Flächenzuwachs und demografische Prozesse

In vielen Städten und Gemeinden Deutschlands ist nach wie vor ein – wenn auch geringer gewordenes – Flächenwachstum zu verzeichnen, oft verbunden mit sinkenden Bevölkerungszahlen. Diese Phänomene treten oft gemeinsam auf und werden deshalb im Folgenden zusammenfassend behandelt.

**Handlungsdruck "Flächenintensive Siedlungsentwicklung":** In den meisten Kommunen ist eine kontinuierliche Umwandlung von landwirtschaftlich genutzter sowie naturbelassener Fläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke zu verzeichnen. Damit ist in der Regel ein Ausbau der konventionellen Wasserinfrastruktur verbunden, dessen künftige Auslastung und Finanzierung mit starken Unsicherheiten behaftet ist.

**Handlungsdruck "Abnahme der Bevölkerung":** Die Mehrzahl der Kommunen werden zukünftig von einer zunehmenden Alterung und einem Rückgang der Bevölkerung betroffen sein. Vor dem Hintergrund der insgesamt in Deutschland abnehmenden Bevölkerungszahlen sind auch Strategien, die auf einen verstärkten Zuzug von Bevölkerung aus der Region setzen, deutlich Grenzen gesetzt bzw. gehen zu Lasten der benachbarten Kommunen. Steigende Wassereffizienz in Haushalten und Industrie und zurückgehende Bevölkerungszahlen führen zu einem anhaltenden spürbaren Rückgang des Wasserverbrauchs, der Anpassungsmaßnahmen der Wasserwirtschaft unumgänglich machen wird.

**Lösungsansätze:** Grundlage ist eine realistische Abschätzung des Flächenbedarfs vor dem Hintergrund der zu erwartenden demografischen Entwicklung. In enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Bereichen für Stadtentwicklung und Bauleitplanung sollte für die einzelne Kommune eine gemeinsame Strategie festgelegt werden, die sowohl die städtebauliche Qualität als auch den Zustand der (Wasser-)Infrastruktur einschließt. Der beschriebene Szenario-Prozess kann helfen, mögliche Handlungsoptionen (gesamträumlich und teilraumbezogen) aufzuzeigen und zu einer Strategie zu verknüpfen. Für die Abwasserinfrastruktur kommen hier auch alternative Abwasserkonzepte in Frage. Beispielsweise ist zu prüfen, ob Teilnetze abgekoppelt und als dezentrales/semidezentrales System betrieben werden können. Dafür sind Betreiber- oder Betriebsführungsmodelle weiter- oder auch neu zu entwickeln.

Darüber hinaus können Kooperationen über Stadtgrenzen hinweg sowohl in der Stadtentwicklung als auch in der Wasserwirtschaft Perspektiven eröffnen und neue Wege aufzeigen.

### Überflutungen durch Starkregen

**Handlungsdruck:** Der Klimawandel führt aus heutiger Sicht zu einer Zunahme von Trocken-/Hitzeperioden, Starkregenfällen und Überflutungen. Insbesondere Überflutungen und Sturzfluten als Folge von außergewöhnlichen Starkregenfällen haben in Nordrhein-Westfalen lokal bereits zu erheblichen Schäden geführt. Die anhaltenden Veränderungen des Niederschlagsregimes stellen eine erhebliche Herausforderung für die kommunale Wasserinfrastruktur dar.

**Lösungsansätze:** Aus Auswertungen vergangener Überflutungsereignisse und Abschätzungen zu den künftigen Effekten des Klimawandels sowie in Verbindung mit den Erfahrungen von Bürgern, Feuerwehr und anderen Institutionen können mit Hilfe von Modellberechnungen und Nutzung Geografischer Informationssysteme (GIS) kritische Bereiche in Anlehnung an die Systematik der EU-Richtlinie für Hochwasserrisikomanagement identifiziert werden. Mit diesem Wissen können unter Einbeziehung verschiedener Akteure fachbereichsübergreifende, gemeinschaftliche Handlungsoptionen und Planungslösungen erarbeitet werden. Hierbei sind aufgrund der Unsicherheiten der Auswirkungen des Klimawandels vorrangig "no-regret"-Maßnahmen zu betrachten. Der Überflutungsschutz sollte als kommunale Gemeinschaftsaufgabe verstanden werden. Als Ergebnis ist eine konkrete interdisziplinäre Handlungsstrategie zu erarbeiten, die auch organisatorisch verankert werden muss.

### Grenzen der Funktionalität und Flexibilität der Wasserinfrastruktur

**Handlungsdruck:** Aufgrund der vielfältigen Änderungen der Randbedingungen wird zukünftig eine angepasste Funktionalität und eine höhere Flexibilität der Wasserinfrastruktur notwendig werden. Dazu gehört auch die Verbesserung der Ressourceneffizienz hinsichtlich der im Abwasser enthaltenen Nährstoffe sowie eine Steigerung der Energieeffizienz vor dem Hintergrund der bis 2020 umzusetzenden Energiewende.

**Lösungsansätze:** Technische und organisatorische Innovationen zur Einsparung von Ressourcen sind häufig vorhanden, werden aber aufgrund unterschiedlicher Hemmnisse nicht oder nur unzureichend eingesetzt. Dabei bieten sie zahlreiche Möglichkeiten für die zukunftsfähige Ausrichtung der Wasserver- und -entsorgung. Beispiele sind hier die integrierte Regenwasserbewirtschaftung, semizentrale Konzepte mit verbesserter Ressourceneffizienz, Nährstoffrückgewinnung aus dem Abwasser, Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser im Kanal oder direkt in den Gebäuden und Entkopplung der Löschwasserversorgung vom Trinkwassernetz.

Diese Ansätze bieten auch Potenzial für die Erschließung neuer Geschäftsfelder. Eine sektorübergreifende Betrachtung (Wasser, Abwasser, Energie, Abfall) kann dabei helfen, Synergiepotenziale offen zu legen und mittel- bis langfristig nutzbar zu machen.

Für Städte und Gemeinden ist es wichtig, die technischen Entwicklungen zu beobachten und den Einsatz dieser Innovationen ergebnisoffen zu prüfen. Dabei spielen sowohl die Wechselwirkungen zu anderen Infrastrukturbereichen als auch die Schnittstellen zwischen kommunalen und interkommunalen Akteuren wie Wasser- und Regionalverbänden eine besondere Rolle.

### Steigende Tarife für Wasserversorgung und Entwässerung

**Handlungsdruck:** Eine höhere Effizienz beim Umgang mit Wasser in Industrie und Haushalten sowie die aufgrund des demografischen Wandels zurückgehenden Kundenzahlen verursachen einen z. T. deutlichen Rückgang des Wasserbedarfs. Da sich der Aufwand bei Wasserversorgung und Entwässerung nicht wesentlich verringert (hohe Fixkostenanteile), sind zum Ausgleich Veränderungen der Tarife bzw. der Tarifstruktur notwendig. Zudem wird der durch unterschiedliche Bebauungsstrukturen verursachte unterschiedliche Aufwand für die Ver- und Entsorgung bei der Gebührenkalkulation bislang kaum berücksichtigt.

**Lösungsansätze:** Der derzeit vorherrschende Flächentarif, bei dem innerhalb des Ver-/Entsorgungsgebiets der gleiche, überwiegend mengenbezogene Gebührenmaßstab vorherrscht, ist vor dem Hintergrund der lokalen Randbedingungen zu hinterfragen und weiterzuentwickeln. Gebührenmodelle, die sich deutlicher an den tatsächlichen Kostenstrukturen orientieren und – zumindest für die interne Kostenrechnung – auch die teilräumlich unterschiedlichen Kostensituationen berücksichtigen, können eine höhere Verursachergerechtigkeit und eine städtebauliche Lenkungswirkung hin zu kompakteren (und damit infrastruktureffizienteren) Baustrukturen bewirken.

# 8 Zusammenfassung

Das Projekt NAUWA hat sich mit den Herausforderungen auseinandergesetzt, die sich unter dem Primat der Nachhaltigkeit und den sich ändernden Umfeldbedingungen an die urbane Wasserinfrastruktur ergeben. Diese Herausforderungen wurden zunächst in allgemeiner Hinsicht umfassend analysiert. Im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Wasserinfrastruktur haben sich hier insbesondere folgende Themenfelder herauskristallisiert: Entwicklungen im Bereich der Demografie, der Siedlungsflächen und des Klimas, die rechtlichen Rahmenbedingungen und die technologischen Innovationen. Anschließend wurde die spezifische Situation in den vier Modellkommunen Gelsenkirchen, Lünen, Velbert und Wachtberg untersucht. Diese Analysen haben lokal sehr unterschiedliche Ergebnisse zutage gebracht und waren wichtige Eingangsgrößen für die Szenario-Workshops, die jeweils mit allen relevanten lokalen Akteuren durchgeführt wurden. Im Ergebnis dieses Projektschritts wurden die erarbeiteten Szenario-Gerüste aus wichtigen, aber unsicheren Umfeldentwicklungen mit den jeweils am Besten passenden Handlungsoptionen zusammengeführt. Letztlich wurden je Kommune jeweils drei narrative Szenarien mit ähnlichen Schwerpunkten ausgearbeitet. Daraus konnten allgemeingültige Handlungsoptionen für verschiedene Themenfelder abgeleitet werden. Durch eine sinnvolle Zusammensetzung der verschiedenen Handlungsoptionen ergibt sich ein strategisches Gesamtkonzept. Übergreifend über alle vier Kommunen ergaben sich dabei folgende zentrale Problemfelder: Flächenzuwachs und demografische Prozesse; Überflutungen durch Starkregen; Grenzen der Funktionalität und Flexibilität der Wasserinfrastruktur und Tarifanpassungen bei Wasserversorgung und Entwässerung.

Im Folgenden sind die zentralen Ergebnisse noch einmal zusammengefasst:

1. Bei der Formulierung und Umsetzung der Ziele der Stadtentwicklung müssen die Wasserinfrastrukturbetreiber stärker beteiligt werden; Stadtentwicklung muss städtebauliche Leitbilder und Ziele genauso berücksichtigen wie infrastrukturelle Belange.
2. Der Klimawandel wird nach derzeitigen Erkenntnissen zu einer Zunahme von Trockenperioden und Starkregenfällen führen. Die kommunale Wasserinfrastruktur ist insbesondere durch Überflutungsereignisse stark betroffen.
3. Der Bevölkerungsrückgang, kombiniert mit höherer Wassereffizienz durch neue Technologien in Haushalten und der Industrie, führt zu einem anhaltenden Rückgang des kommunalen Wasserverbrauchs. Entsprechende Anpassungsmaßnahmen der Wasserwirtschaft sind hier unumgänglich.
4. Eine zukunftsfähige Wasserinfrastruktur stellt eine wichtige kommunale Aufgabe da, die durch zahlreiche horizontale und vertikale Wechselwirkungen (andere Infrastrukturbereiche und regionale Verbände) gekennzeichnet ist. Stadtgrenzen

übergreifende Kooperationen können zudem neue Wege und Perspektiven für die Stadtentwicklung eröffnen.

5. Tarif-/Gebührenmodelle müssen den lokalen Randbedingungen und langfristigen Zielsetzungen entsprechen. So können beispielsweise durch verursachergerechte, räumlich differenzierte Tarifmodelle auch stadtplanerische Ziele unterstützt werden.

6. Innovative technische Lösungen zur Einsparung von Ressourcen sind häufig vorhanden, werden aber aufgrund unterschiedlicher Hemmnisse kaum eingesetzt. Eine sektorenübergreifende Betrachtung (Wasser, Abwasser, Energie, Abfall) kann helfen, Synergiepotenziale offenzulegen und mittel- bis langfristig nutzbar zu machen, beispielsweise in Form neuer Geschäftsfelder.

# 9 Literatur

ATT; BDEW; DBVV; DVGW; DWA; VKU (Hrsg.) (2011): Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft. wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH. Bonn

ATV-DVWK (2004): Vom Sinn des Wassersparens. Arbeitsgruppe GB 5-1 "Nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft". KA (12), S. 1381-1385

BAFU (2009): Ozonung von gereinigtem Abwasser - Schlussbericht Pilotversuch Regensdorf. Bundesamt für Umwelt. Dübendorf, Eawag, 16. Juni 2009

BBR (2004): Herausforderungen des demographischen Wandels für die Raumentwicklung in Deutschland, 9.September 2004

BBR (2006): Raumordnungsprognose 2020/2050. Berichte Band 23; S. 29

BBR (2007): Fläche im Kreis – Kreislaufwirtschaft in der städtischen/stadtregionalen Flächennutzung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Projekthomepage http://www.bbr.bund.de/nn_22702/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/FlaecheImKreis/01__Start.html

BMU (2009): GreenTech made in Germany 2.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland. München. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/greentech2009.pdf

Becker, M.; Treis, A.; Weilandt, M. (2010): Abwasserwärmenutzung - Projektentwicklung, Erfahrungen und Herausforderungen bei der Umsetzung. In: Zukunftsthema Energie. Die Siedlungswasserwirtschaft ist gefordert. Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Nr. 61

Berger, C.; Falk, C. (2011): Zustand der Kanalisation. Ergebnisse der DWA-Umfrage 2009. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall (58) Nr. 8, S. 25-39

Bertelsmann Stiftung (2011): Wegweiser Kommune. Internetportal. http://www.wegweiser-kommune.de

BLAG (2008): Anhang Niederschlagswasser zur Novellierung der Abwasserverordnung, Entwurf, Stand 4. Juni 2008

BMU/ UBA (2011): Umweltwirtschaftsbericht 2011. Daten und Fakten für Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Umweltbundesamt. Berlin. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/umweltwirtschaftsbericht_2011_bf.pdf

Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung

Clark, D. P.; Pazdernik (2009): Molekulare Biotechnologie. Grundlagen und Anwendungen. Springer Heidelberg

Cornel, P. (2002): Rückgewinnung aus Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammmaschen, in: Geo- und Wassertechnologie, 1 (3): 102-114

Deilmann, C., Gruhler, K.; Böhm, R. (2005): Stadtumbau und Leerstandsentwicklung aus ökologischer Sicht, oekom-Verlag München

Dekra Real Expertise (2008): Dekra Bericht. Auswertung immobilienwirtschaftlicher Daten zu Einfamilienhäusern. Saarbrücken

DWA (2009):Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der DWA-Umfrage 2009. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (http://de.dwa.de/tl_files/_media/content/PDFs/Abteilung_AuG/Zustand-der-Kanalisation-in-Deutschland-2009.pdf)

Empirica (2005): Wohnflächennachfrage in Deutschland. im Auftrag der LBS-Bundesgeschäftsstelle Berlin

EWI/ GWS/ Prognos (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Projekt Nr.12/10 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Berlin

Fleischhauer, M. (2004): Klimawandel, Naturgefahren und Raumplanung. Ziel- und Indikatorenkonzept zur Operationalisierung räumlicher Risiken. Dortmund

Götsch, E. (2005): Kombination von Betriebs- und Löschwasserversorgungsanlagen, in: Betriebs- und Regenwassernutzung – Bestandsaufnahme und Zukunftsvision, Darmstadt, S. 95-106 (=fbr-Schriftenreihe; 10)

Grün, E.; Treis, A.; Rossol, D. und Becker, M. (2008): Potenziale der Abwasserwärmenutzung im Emschergebiet. In: Korrespondenz Abwasser, Abfall (55), Nr. 6, Juni 2008, S. 679 - 682

Gruß-Rink, J.; Hamerla, H.-J.; Kamplade, C.; Koch, K.; Löwenbein, O. (2003): Entwicklungs- und Handlungskonzept Wachtberg. im Auftrag der Gemeinde Wachtberg

GTZ (2006): Instrumente zur Akteurs-Analyse. Zehn (10) Bausteine für partizipative Gestaltung von Kooperationssystemen. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ); Geissler, Gabriele u. a. (Hrsg.). Eschborn. Im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. www.gtz.de/de/dokumente/de-SVMP-Instrumente-Akteursanalyse.pdf

Gutsche, J.-M. (2004): Verkehrserzeugende Wirkungen des kommunalen Finanzsystems. Analytica Verlagsgesellschaft, Berlin (= Forum öffentliche Finanzen; 9)

Hahlen, J. (2003): Bevölkerungsentwicklung Deutschland bis 2050. Statistisches Bundesamt. 6. Juni 2003

Helm, B. (2006): Auswirkungen möglicher Veränderungen von Rahmenbedingungen auf siedlungswasserwirtschaftliche Planungen, Diplomarbeit, TU Dresden

Hertzum, M. (2003): Making Use of Scenarios: A Field Study of Conceptual Design, International Journal of Human-Computer Studies, vol. 58, no. 2 (2003), pp. 215-239

Hiessl, H.; Hillenbrand, T.; Gandenberger, C.; Klug, S.; Peters, A.; Tettenborn, F. (2010): DEzentrales Urbanes InfrastrukturSystem DEUS 21 - Abschlussbericht. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (Karlsruhe) (Hrsg.)

Hillenbrand, T. (2009): Analyse und Bewertung neuer urbaner Wasserinfrastruktursysteme. Universität Karlsruhe (TH), Verlag Siedlungswasserwirtschaft Karlsruhe, Schriftenreihe SWW, Band 134

Hillenbrand, T.; Böhm, E. (2008): Entwicklungstrends des industriellen Wassereinsatzes in Deutschland. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall (55) Nr. 8, S. 872-882

Hillenbrand, T.; Hiessl, H. (2006a): Sich ändernde Planungsgrundlagen für Wasserinfrastruktursysteme. Teil 1: Klimawandel, demographischer Wandel, neue ökologische Anforderungen. KA - Abwasser, Abfall (53), Nr. 12, S. 1265-1271

Hillenbrand, T.; Hiessl, H. (2006b): Sich ändernde Planungsgrundlagen für Wasserinfrastruktursysteme. Teil 2: Technologischer Fortschritt und sonstige Veränderungen. KA - Abwasser, Abfall (54), Nr. 1, S. 47-53

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; 36/2010; Umweltbundesamt, Dessau

Hof, B. (2001): Auswirkungen und Konsequenzen der demographischen Entwicklung für die gesetzliche Kranken- und Pflegeversicherung, Gutachten im Auftrag des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Verband der privaten Krankenversicherung e. V., Köln (= PKV-Dokumentation; 24)

Hübner-Schmid, K.; von Borries, B.; Hasemann, A. (unter Mitarbeit von Schnegg, M.) (2003): Netzwerks- und Akteursanalyse. Ein Methodischer Leitfaden. FriEnt. Bonn.
www.frient.de/downloads/Netzwerkanalyse_2003.pdf

ifo (2008): Analyse und Weiterentwicklung des Kommunalen Finanzausgleichs in Nordrhein-Westfalen. Gutachten im Auftrag des Innenministeriums des Landes Nordrhein-Westfalen, Institut für Wirtschaftsforschung

IGSF Stiftung (2009): Das Gesundheitswesen auf eine älter werdende Bevölkerung einstellen. Pressemitteilung zur Pressekonferenz der IGSF am 25. August 2009 in Berlin. Fritz Beske Institut für Gesundheits-System-Forschung Kiel

IPCC (2001a): Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of the Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York, Melbourne. Cambridge University Press

IPCC (2001b): Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of the Working Group I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York, Melbourne. Cambridge University Press

Kempmann, J. (2008): Anpassung der Wasserversorgungsinfrastruktur in Magdeburg, in: Demographischer Wandel – Herausforderungen und Chancen für die deutsche Wasserwirtschaft, DWA (Hrsg.)

KfW (2006): Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Ver- und Entsorgungsnetze für Trinkwasser und Abwasser in den Kommunen. KfW Bankengruppe. In: Wirtschafts-Observer online 2006 (9)

Koziol, M.; Walther, J. (2006): Ökonomische Schwellenwerte bei der Rücknahme von technischer Infrastruktur in der Stadt. In: Informationen zur Raumentwicklung. 2006 (05), S. 259-269

Mathan, C.; Marscheider-Weidemann, F.; Menger-Krug, E. *et al*. (2012): Cost Effective Management Options to Reduce Discharges, Emissions and Losses of Hazardous Substances. COHIBA, WP 5 Recommendation report. COHIBA Project Consortium. http://www.cohiba-project.net/publications/en_GB/publications/

Mohr, M. (2011): Betrieb eines anaeroben Membranbioreaktors vor dem Hintergrund der Zielstellung des vollständigen Recyclings kommunalen Abwassers und seiner Inhaltsstoffe. Fraunhofer-Verl., Stuttgart

MKULNV (2011): Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen http://www.flussgebiete.nrw.de/Bewirtschaftungsplanung/index.jsp

Müller, E. A.; Schmid, F.; Kobel, B.; Stadtmeister, W. (2009): Heizen und Kühlen mit Abwasser - Ratgeber für Bauherren und Kommunen. BWP, München (http://waermepumpe.de/uploads/tx_bwppublication/abwasser_2009.pdf)

Natürliche Gewässer entwickeln. Die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie in NRW, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.)

MUNLV (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Projektleitung: J. Kropp. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

NABU (2007): $CO_2$-Emissionen durch private Haushalte. http://www.nabu.de/themen/siedlungsentwicklung/wissen/umweltundnatur/08044.html

Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand R. T. (2001): Die grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation und Management. 4. Auflage. Gabler-Verlag Wiesbaden

Preuß, T. (2009): Folgekosten: Herausforderungen und Chancen einer zukunftsfähigen Siedlungsentwicklung. in: Preuß, T.; H. Floeting (Hrsg.), Folgekosten der Siedlungsentwicklung. Bewertungsansätze, Modelle und Werkzeuge der Kosten-Nutzen-Betrachtung. Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin (= Beiträge aus der REFINA-Forschung; Bd. III)

Rakelmann, U.; Werner, T.; Li, Z., Schonlau, H.; Giese, T.; Augustin, K.; Günner, C. (2009): Die Hydrothermale Karbonisierung, in: Wasserwirtschaft-Wassertechnik 6, S. 44-50

Sartorius, C. (2011): Technologievorausschau und Zukunftschancen durch die Entwicklung von Phosphorrecyclingtechnologien in Deutschland. In: Pinnekamp, J. (Hg.): "Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor" Schlusspräsentation der Förderinitiative am 14.09.2011 in Berlin. Aachen: Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen e. V., S. 12/1-12/20

Schiller, G.; Siedentop, S. (2005): Infrastrukturfolgekosten der Siedlungsentwicklung unter Schrumpfungsbedingungen. in: DISP 160, S. 83-93

Schleich, J.; Hillenbrand, T. (2009): Determinants of Residential Water Demand in Germany. Ecological Economics, Volume 68, Issue 6, 15 April 2009, Pages 1756-1769

Schreyögg, G. (2003): Organisation. Grundlagen moderner Organisationsgestaltung, 4. Auflage. Gabler-Verlag Wiesbaden

Schwartz, P. (1991): The Art of the Long View. Currency Book, Bantam Doubleday Dell Publ. Group, New York, 1991

Scinexx (2005): Wenn der Humus baden geht. http://www.scinexx.de/dossier-detail-212-9.html

Stadt Velbert (2006): Velberts Zukunft – Strategisches Zielprogramm. http://www.velbert.de/strategieprogramm.asp

Statistisches Bundesamt (2003): Die Bevölkerung Deutschlands bis 2050. 10. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden

Statistisches Bundesamt (2006): 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Annahmen und Ergebnisse, Wiesbaden

Statistisches Bundesamt (2007): Bevölkerung Deutschlands nach Bundesländern bis 2050. Ergebnisse der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung nach Ländern

Statistisches Bundesamt (2009): Bevölkerung Deutschlands bis 2060. 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 18. November 2009 in Berlin

Statistisches Bundesamt (2011): Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. Fachserie 3 Reihe 5.1 - 2010. http://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Flaechennutzung/Bodenflaechennutzung2030510107004.html

Strosser, P.; Vall, M. P.; Plötscher, E. (2009): Wasser und Landwirtschaft: Beitrag zur Analyse einer wichtigen, aber schwierigen Wechselbeziehung. Europäische Kommission. http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/eau_de/report.htm

SVR (2011): Verantwortung für Europa übernehmen. Jahresgutachten 2011/12. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. http://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/an2011/ga11_ges.pdf

UBA (2004): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlungen und Verkehr – Strategiepapier des Umweltbundesamtes. Erich Schmidt Verlag, Berlin

UBA (2008): Deutschland im Klimawandel. Anpassung ist notwendig. 4. Aufl.

UBA (2011a): Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche. http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2277

UBA (2011b): Politikszenarien für den Klimaschutz VI. Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030. Festlegung der gesamtwirtschaftlichen Rahmendaten. 3. Zwischenbericht

Vetter, C.; Gropp, M.; Erhardt, M.; Menger-Krug, E.; Hillenbrand, T. (2011): Wärmerückgewinnung aus Grauwasser mit dem Pontos HeatCycle. In: Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung: Wasserautarkes Grundstück. Darmstadt: fbr, 2011, S. 63-77

Von Horn, J.; Sartorius, C.; Tettenborn, F. (2010): Technologievorausschau für Phosphorrecyclingtechnologien. Arbeitspaket 6 des BMBF-Projektes "Phosphorrecycling – Ökologische und wirtschaftliche Bewertung verschiedener Verfahren und Entwicklung eines strategischen Verwertungskonzeptes für Deutschland" (PhoBe) http://www.phosphorrecycling.de/attachments/041_Bericht_AP6_Technologievorausschau_2010-08-10.pdf (Zugriff: 3.5.2012)

Werner, J. (2006): Flächeninanspruchnahme in den Bundesländern. Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 7. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, S. 14-22

Westendorf, H. (2008): Demographischer Wandel und leitungsgebundene Infrastruktur. Handlungsoptionen für Kommunen am Beispiel der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Diplomarbeit. Institut für Wirtschaft- und Kulturgeographie der Leibniz Universität Hannover

Westphal, C. (2008): Dichte und Schrumpfung: Kriterien zur Bestimmung angemessener Dichten in Wohnquartieren schrumpfender Städte aus Sicht der stadttechnischen Infrastruktur, Dresden (IÖR-Schriften, Bd. 49)

Wietschel, M.; Arens, M.; Dötsch, C., Herkel, S., Krewitt, W.; Markewitz, P.; Möst, D. und Scheufen, M. (2010): Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (ISI-Schriftenreihe "Innovationspotenziale")

Wricke, B.; Korth, A. (2007): Auswirkungen demographischer Entwicklungen auf die Wasserversorgung, in: energie/ wasser-praxis 10

Z Punkt (2009): Foresight-Toolbox. Akteursanalyse. Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. http://www.z-punkt.de/toolbox.html

# 10 Endnoten

1 Unter prioritäre Stoffe versteht man solche Schadstoffe oder Schadstoffgruppen, die ein erhebliches Risiko für die aquatische Umwelt darstellen.

2 Die 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung von 2009 hat einen Prognosehorizont von 2060 (Statistisches Bundesamt 2009). Aufgrund des Zeithorizonts von 2050 im Rahmen des Projekts werden hier aber die Daten der 11. Vorausberechnung herangezogen.

3 Ein Beispiel für ein solches Tool ist LEANkom, das im Rahmen des REFINA-Projekts Lean² entwickelt wurde.

4 „The stakes associated with projected changes in climate are high“ (IPCC 2001b: 238).

5 Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. (ABl. Nr. L 327 S. 1) EU-Dok.-Nr. 3 2000 L 0060. Zuletzt geändert durch Art. 32 und RL 2009/31/EG vom 23. 4. 2009 (ABl. Nr. L 140 S. 114).

6 Tochterrichtlinie „Grundwasser“ (Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates 2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, In Kraft getreten am 12. Dezember 2006).

7 Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG,84/491/EWG, 86/280/EWG und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG.

8 Unabhängig davon werden von den Städten und Gemeinden Erschließungsbeiträge nach §§127.135 BauGB in Verbindung mit der hierzu erforderlichen Erschließungsbeitragssatzung erhoben. Danach müssen sich Grundeigentümer zu 90 % an den Kosten des erstmaligen Ausbaus von Erschließungsstraßen beteiligen. Dazu gehören neben den technischen Ausbaukosten für Fahrbahnen, Gehwege, Parkstreifen, Radwege, Begrünung und Straßenbeleuchtung auch die Kosten für die Ableitung des Regenwassers, das innerhalb der Flächen anfällt.

9 Es kann davon ausgegangen werden, dass 80 % der Systeme, Prozesse, Dienstleistungen und Produkte, die die heute Fünfjährigen als Erwachsene nutzen werden, heute noch nicht erfunden sind (MIT Media Labs).

10 Vgl. auch BMU (2009, S. 152).

11 Nähere Informationen zur Vorgehensweise sind in den jeweiligen NAUWA-Arbeitspapieren für die einzelnen Kommunen zu finden.

12 Abrufbar unter: http://www.nauwa.de/nauwa/public/Download/Leitfaden.pdf.