

Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Netzinfrastruktur

Tietz, Hans-Peter

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Tietz, H.-P. (2006). Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Netzinfrastruktur. In P. Gans, & A. Schmitz-Veltin (Hrsg.), *Räumliche Konsequenzen des demographischen Wandels: T. 6, Demographische Trends in Deutschland - Folgen für Städte und Regionen* (S. 154-171). Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung - Leibniz-Forum für Raumwissenschaften. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-338890>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Hans-Peter Tietz

Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Netzinfrastruktur

S. 154 bis 171

Aus:

Paul Gans, Ansgar Schmitz-Veltin (Hrsg.)

Demographische Trends in Deutschland - Folgen für Städte und Regionen

Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 226

Hannover 2006

Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Netzinfrastruktur

Gliederung

- 1 Kennzeichen der Netzinfrastruktur
 - 1.1 Begriffe und Abgrenzungen
 - 1.2 Anforderungen an die technischen Systeme
 - 1.3 Anforderungen an den Raum
 - 1.4 Entwicklung der Netzinfrastruktur
 - 1.5 Einfluss der demographischen Entwicklung
- 2 Zustand und Anpassungsfähigkeit der Ver- und Entsorgungssysteme
 - 2.1 Strom- und Wärmeversorgung
 - 2.2 Trinkwasser
 - 2.3 Abwasser
- 3 Räumliche Differenzierung der Auswirkungen des demographischen Wandels hinsichtlich der Netzinfrastruktur
 - 3.1 Bundesweite Situation
 - 3.2 Raumtypen in Westdeutschland
 - 3.3 Raumtypen in Ostdeutschland
- 4 Planerische Maßnahmen zur Unterstützung der Netzinfrastruktur
 - 4.1 Verdichtung der Siedlungsstruktur nach Achsen und Zentren
 - 4.2 Erhalt der Netzinfrastruktur entsprechend der Nachfrage
 - 4.3 Nachverdichtung für eine Mindestauslastung
 - 4.4 Auflösen von großen Netzen durch dezentrale Teilnetze
 - 4.5 Kriterien für die Versorgungssicherheit
 - 4.6 Abrechnungsgebiete für die Preisbildung
 - 4.7 Direkteinleitungen und Eigenversorgung
- 5 Anpassungsmöglichkeiten
 - 5.1 Technische Anpassung
 - 5.2 Anpassung der Umweltziele
- 6 Resümee – Ver- und Entsorgungssysteme als Bestandteil querschnittsorientierter Raumplanung

Literatur

1 Kennzeichen der Netzinfrastruktur

1.1 Begriffe und Abgrenzungen

Mit dem Begriff Netzinfrastruktur werden im Raumordnungsbericht 2000 (BBR 2002) wegen deren regionaler Bedeutung vor allem die Infrastruktur von Verkehr, Energie sowie zunehmend auch die Telekommunikation erfasst. Hinzuzurechnen sind aber auch die Systeme zur Wasserversorgung und zur Abwasserentsorgung, die im Raumordnungsbericht wohl deshalb nicht erwähnt werden, weil deren Raumbedeutsamkeit eher auf der lokalen Ebene angesiedelt ist. Im Hinblick auf die Auswirkungen des demographischen Wandels wäre auch die Abfallentsorgung grundsätzlich einzubeziehen, obwohl sie wegen ihrer fehlenden Leitungs- bzw. Trassengebundenheit nicht zur Netzinfrastruktur gezählt wird. Sie weist aber ebenso wie die klassischen Systeme der Netzinfrastruktur hohe Investitionskosten und eine große Lebensdauer (Abschreibungsdauer) auf. Zu den Infrastruktursystemen gehören nicht nur die Netze und Trassen zur Erschließung der Siedlungsräume und zur Überwindung der Distanzen, sondern auch die zugehörigen Anlagenstandorte, deren Stückkosten und Kapazitätsgrenzen die Anzahl und damit die Lage sowie die jeweiligen Einzugsgebiete solcher Einrichtungen bestimmen.

Es liegt nahe, dass die Nachfrage nach Verkehrsdienstleistungen mit ihren individuellen Nutzungsmöglichkeiten und ihrem vielfältigeren Angebot von einer größeren Anzahl demographischer Faktoren beeinflusst wird, als dies bei den Systemen zur Wasser- und Energieversorgung bzw. zur Abwasserentsorgung der Fall ist. Auch das stark durch öffentliche Investitionen gesteuerte Angebot im Verkehrssektor wird sich im Gegensatz zu einem bereits heute schon teilweise liberalisierten und privatisierten Markt der Ver- und Entsorgungsunternehmen künftig abweichend vom Verkehrssektor entwickeln, auch wenn sich dort die Tendenz zur privaten Finanzierung und Trägerschaft weiter fortsetzen wird. Daher werden die Bereiche Verkehr und Ver- und Entsorgungssysteme zunächst getrennt betrachtet. Die Auswirkungen des demographischen Wandels auf den Verkehrssektor werden im Beitrag von Scheiner in diesem Band ausführlich behandelt.

Die Ver- und Entsorgungssysteme werden somit für die nachfolgende Betrachtung unterteilt in die Systeme (zu dem hier verwendeten Systembegriff siehe Tietz 2003):

- Stromversorgung
- Wärmeversorgung
- Wasserversorgung
- Abwasserentsorgung

Die Abfallentsorgung wird zunächst nicht betrachtet, ebenso die Telekommunikationsinfrastruktur mit den technischen Anlagen, wie z. B. Sendemasten, Richtfunkstrecken und den in der Regel unterirdischen Kabelnetzen. Deren Auslastung ist nur geringfügig von der Anzahl der angeschlossenen Einwohner abhängig und deren Errichtung ist vergleichsweise preiswert, sodass nur verhältnismäßig geringe Betriebskosten anfallen.

1.2 Anforderungen an die technischen Systeme

Im Rahmen der Fachplanung werden an die Systeme zur Ver- und Entsorgung in Deutschland hohe technische Anforderungen gestellt, die in zahlreichen Vorschriften und Normen festgehalten sind. Deren Ziel ist es, neben einer hohen Anlagenqualität mit einer hohen inneren Sicherheit für das Betriebspersonal und die unmittelbare Nachbarschaft eine hohe äußere Ver- bzw. Entsorgungssicherheit in dem jeweiligen Ver- bzw. Entsorgungsgebiet herzustellen sowie einen umweltfreundlichen Betrieb zu gewährleisten. In monopolisierten Märkten war es bislang möglich, diesen der Allgemeinheit dienenden Zielen Vorrang einzuräumen und die entsprechenden Mehrkosten auf Gebühren und Tarife umzulegen. In einem zunehmend privatisierten und liberalisierten Markt im Bereich der Ver- und Entsorgungssysteme wird es jedoch schwieriger werden, den erreichten hohen Standard ohne zusätzliche Eingriffe in den Markt zu halten. Letztendlich wird man auf der Seite der Betreiber bereit sein, einen Teil dieser Sicherheit aufzugeben, um weitere Mehrkosten zu vermeiden.

Da diese Sicherheiten (wenig kontrollierbar und damit kaum bemerkt von einer kritischen Öffentlichkeit!) bislang individuell gewählt werden konnten, besteht hier ein Forschungsbedarf: Welche „Redundanzen“ müssen die technischen Systeme künftig mindestens haben, und inwieweit sind „Abschaltbare vertragliche Regelungen“ auch bei Privathaushalten vertretbar bzw. sind ihnen zumutbar, so wie diese bei Industrie und Gewerbe längst üblich sind?

Für die nachfolgende Betrachtung sind insbesondere zwei technische Merkmale der Infrastruktursysteme von besonderer Bedeutung:

- die *Mindestkapazität*, um überhaupt einen ordnungsgemäßen Betrieb zu sichern,
- das *Teillastverhalten*, das bestimmt, welche Zusatzkosten durch unplanmäßige Unterauslastung abfallen.

Die Infrastruktursysteme sind in der Regel vorsorglich auf einen stetigen Bedarfszuwachs und für eine mögliche Anlagenerweiterung ausgelegt, um langfristig und jederzeit den voraussichtlichen Bedarf abdecken zu können, damit durch die Ver- bzw. Entsorgung kein Engpass für eine potenzielle räumliche bzw. wirtschaftliche Entwicklung entsteht. Eine Auslegung auf einen Bedarfsrückgang mit der Möglichkeit eines gezielten Anlagenrückbaus wird bislang kaum bei der Dimensionierung berücksichtigt.

1.3 Anforderungen an den Raum

Eine flächendeckende Ver- bzw. Entsorgung bei geringer Dichte und bei geringer „Körnung“, d. h. bei jeweils kleinen zu ver- bzw. entsorgenden Einheiten, stellt die höchsten finanziellen Anforderungen an die leitungsgebundenen Systeme dar. Je höher die Dichte und je größer die zu versorgenden Einheiten, desto geringer sind die spezifischen Kosten für das jeweilige System. Besonders wirtschaftlich ist es, wenn Ver- und Entsorgungsunternehmen die Versorgungsgebiete bzw. die einzelnen Abnehmer frei wählen könnten, nur die größten Potenziale entlang dem Leitungsnetz bedienen müssten. Man spricht dann von Liniendichte.

Je höher die Investitionen in das Leitungsnetz mit seinen langen Abschreibungszeiten, desto empfindlicher reagiert ein Infrastruktursystem auf eine geringere Dichte – also auf eine Bedarfsverminderung, der z. B. auf einen Bevölkerungsrückgang zurückzuführen ist.

Insbesondere dann, wenn eine Ver- bzw. Entsorgungspflicht besteht, ist zu bedenken, dass zu der gesunkenen Rentabilität des Netzes noch eine geringere Auslastung der Ver- bzw. Entsorgungsanlage hinzukommt, was zu einem weiteren Anstieg der spezifischen Kosten für jede zu ver- bzw. entsorgende Einheit führt. D. h., bei zurückgehender Dichte sind die Systeme der Netzinfrastruktur umso mehr auf eine Konzentration der Kunden nahe der zugehörigen Anlagen angewiesen oder zumindest auf eine Konzentration entlang der Leitungsstrassen. Somit sind auch die Anforderungen an die Siedlungsstruktur durch die Netzinfrastruktur definiert.

1.4 Entwicklung der Netzinfrastruktur

Gerade die Systeme der Ver- und Entsorgung sind Gegenstand der gesetzlichen Ziele, die einen besseren Ressourcenschutz und auch in diesem Bereich eine nachhaltige Entwicklung umsetzen wollen. Die hierbei erzielten Erfolge sind mit hohem finanziellem Aufwand erkaufte worden und schlagen sich somit auf die Gebühren und Preise für die Versorgung mit Strom, Wärme und Wasser bzw. für die Entsorgung von Wasser und Abfall nieder. Besonders wirksam sind solche Systeme, welche die Kunden belohnen, wenn sie weniger verbrauchen. Kunden investierten in den vergangenen Jahren in erheblichem Umfang in Energie oder Wasser sparende Geräte (z. B. bei Kühlschränken oder Waschmaschinen) oder in Verbrauch reduzierende Maßnahmen (z. B. in die Wärmedämmung von Gebäuden) und senkten kräftig ihren Verbrauch an Strom, Wärme und Wasser bzw. ihren Anfall an Abwasser und Abfall. Hier hat die Ver- bzw. Entsorgungswirtschaft auch ohne einen demographischen Wandel bereits einen erheblichen Anpassungsprozess hinter sich oder sie ist mitten drin, allerdings ohne dass hierbei Netze in erwähnenswertem Umfang rückgebaut worden sind.

Da die Investitionen in die Netze bzw. die Anlagen in vielen Fällen bereits schon seit langem getätigt wurden und häufig noch lange Abschreibungszeiten vor sich haben, bestimmen sich die beim Verbraucher anfallenden Kosten oder Gebühren ganz wesentlich über die Anzahl der Beteiligten, die sich solche Maßnahmen teilen. Dies kann zur Folge haben, wie es derzeit insbesondere bei der Abfallentsorgung auftritt, dass sich die Gebühren trotz der erfolgreichen Bemühungen der Verbraucher um Einsparungen erhöhen, da die hohen Fixkosten jetzt auf die geringeren Entsorgungsmengen umgelegt werden müssen. Besonders stark wirkt sich das in den neuen Bundesländern aus, weil dort aufgrund des hohen Nachholbedarfs erst vor kurzem umfangreiche Investitionen getätigt wurden.

Die Liberalisierung der Märkte hat gerade bei der Energieversorgung zu einem verschärften Wettbewerb im Bereich der Wärmeversorgung geführt, der durch die parallelen leitungsgebundenen Systeme Gas und Fernwärme gekennzeichnet ist. Von einem Bedarfsrückgang wird insbesondere die Fernwärme betroffen sein, die auf eine höhere Liniendichte angewiesen ist. Dagegen gewinnt die sonst aus energetischen Gründen weniger sinnvolle Wärmeversorgung durch elektrischen Strom an Gewicht, da diese bei spezifisch geringeren Leitungskosten gegenüber ihren leitungsgebundenen Konkurrenten wirtschaftlich umso attraktiver wird, je geringer die Bedarfsdichte wird.

1.5 Einfluss der demographischen Entwicklung

Im Vergleich zur Verkehrsinfrastruktur spielen einige der grundlegenden Aspekte der demographischen Entwicklung im Kontext der Ver- und Entsorgungssysteme nur eine untergeordnete Rolle, sodass diese hier zunächst vernachlässigt werden können.

Zum Beispiel sind bislang keine empirisch belegten Hinweise dafür bekannt, dass die personenspezifische Nachfrage nach Strom, Wärme oder Wasser wesentlich vom Alter der Nutzer abhängt. Die gegebenenfalls geringere Nutzung elektrischer Geräte wird beim Strombedarf vermutlich durch eine höhere Anwesenheit zu Hause ausgeglichen. Diese könnte allerdings zusammen mit einem eventuellen Bedürfnis älterer Menschen nach einer höheren Raumtemperatur zu einem höheren Wärmebedarf führen. Die sehr unterschiedliche Ausstattung der Wohnungen mit Heizungssystemen, die vielfältige Situation der Wärmedämmung der Gebäude und die großen Unterschiede beim individuellen Verbrauchsverhalten dürften jedoch diesen vermutlich nur geringen Effekt im Rahmen einer raumplanerischen Betrachtung überdecken.

Damit verbleiben zwei wesentliche Einflussfaktoren:

- die *Bevölkerungsentwicklung* in den Ver- bzw. Entsorgungsgebieten insgesamt (von Bedeutung, da die Nachfrage nach Strom und Wasser und der Anfall von Abwasser und Abfall von der Anzahl der Personen abhängig ist; Beitrag Schlömer in diesem Band);
- die *Entwicklung der Haushaltsstrukturen* und damit der spezifischen Wohnfläche pro Einwohner (von Bedeutung, weil die Nachfrage nach Wärme pro Haushalt weniger von der Anzahl der Personen als von der Größe der Wohnfläche abhängig ist; Beitrag Waltersbacher in diesem Band).

Wegen des großen Einflusses der räumlichen Verteilung der Einwohner auf die Ver- und Entsorgungsgebiete sind damit indirekt lediglich zwei weitere Faktoren von größerer Bedeutung (Beitrag Schlömer in diesem Band):

- die *Binnenwanderungen* und daraus resultierende Schrumpfung- und Wachstumsräume (von Bedeutung in Verbindung mit den bereits getätigten Investitionen in die Infrastruktur und im Hinblick auf die Lage der Arbeitsplätze mit ihren individuellen Anforderungen an die Ver- und Entsorgung);
- die *Immigration* (von Bedeutung, weil durch diesen räumlich selektiven Prozess die Gesamtzahl der Nachfrager in einem Ver- bzw. Entsorgungsgebiet beeinflusst werden kann).

Besonders zu beachten ist die Tatsache, dass bei den Ver- und Entsorgungssystemen die jeweiligen Gebietseinheiten nicht mit den administrativen Einheiten (Städte, Landkreise, Regionen) übereinstimmen. Schon frühzeitig haben sich diese zum Teil von den Verwaltungsgebietseinheiten lösen können. Dies ist zum einen dadurch entstanden, dass es für die städtischen Ver- und Entsorgungsträger möglich war, ihr Tätigkeitsfeld auf das Umland auszuweiten (Stadtwerke, Wasserwerke), zum anderen orientieren sich die Einzugsgebiete an der Lage der Ressourcen (Wasserverbände), der Vorfluter (Abwasserverbände) oder der Standorte der Entsorgungsanlagen (Abfallverbände oder -gesellschaften). Damit konnten auch negative Kostenstrukturen ausgeglichen werden, d. h. in manchen Fällen trägt das Umland durch die im Ver- oder Entsorgungsgebiet pauschalen Gebühren oder Tarife dazu bei, die

spezifisch höheren Erschließungskosten mitzufinanzieren, in anderen Fällen ist es umgekehrt.

Mit dem Bevölkerungsrückgang und der Alterung werden starke finanzielle Verluste für die öffentlichen Haushalte einhergehen, welche die öffentliche Finanzierung der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur zunehmend erschweren wird. Die Überlassung solcher Aufgaben an private Unternehmen wird allerdings an die vertragliche Einhaltung der Ver- und Entsorgungspflichten der öffentlichen Hand gebunden sein. Die privaten, marktwirtschaftlich orientierten Betreiber werden daher Kosteneinsparungen nicht nur durch eine qualitätsneutrale Optimierung der Systeme vornehmen, sondern dies auch unter Umständen durch eine reduzierte Verfügbarkeit zu realisieren versuchen.

2 Zustand und Anpassungsfähigkeit der Ver- und Entsorgungssysteme

2.1 Strom- und Wärmeversorgung

Die Stromversorgung hat im Vergleich mit den anderen Ver- und Entsorgungssystemen die beste Anpassungsfähigkeit an eine verringerte Nachfrage. Im Betrieb müssen lediglich Schaltzustände verändert werden. Kabel sowie Trafostationen können, müssen jedoch technisch nicht unbedingt baulich angepasst werden, die nicht ausgenutzten Investitionen durch Überdimensionierung sind vergleichsweise niedrig.

Während der Strombedarf sowohl im häuslichen wie im gewerblichen Bereich immer noch steigende Tendenz aufweist, ist der Raumwärmebedarf infolge der verbesserten Wärmedämmung bereits stark gesunken. Die Energieversorgungsunternehmen haben bereits Erfahrungen im Umgang mit zurückgehender Nachfrage. Im Zuge der Altbausanierung schrumpft der Wärmemarkt. Bei der Erneuerung alter Gebäude kann die Wärmeleistungsdichte z. B. von 100 auf 50 Watt pro m² Wohnfläche gesenkt werden. Hinzu kommt der Effekt der sinkenden Wohnungsbelegung und des steigenden Wohnungsleerstands in einigen Regionen. Allerdings hat die Wohnungsbelegung nur einen relativ geringen Einfluss auf den Raumwärmebedarf, denn bei Leerstand wird die Wohnung selbst zwar nicht beheizt, dafür erhöht sich jedoch der Raumwärmebedarf in den belegten benachbarten Wohnungen um bis zu 20 Prozent.

Viele Großwohnsiedlungen besitzen eine Fernwärmeversorgung, insbesondere die sog. Plattenbaugebiete in den neuen Bundesländern. Teilweise waren dort auch Industriebetriebe an das Fernwärmesystem angeschlossen, die inzwischen stillgelegt wurden und so zusätzlich für einen Bedarfsrückgang gesorgt haben. Die eingespeiste Wärmemenge hatte sich zehn Jahre nach der Wende in Ostdeutschland etwa halbiert (Herz 2003).

Die Wärmeversorgung über das Gasnetz ist weniger anpassungsfähig als die Stromversorgung. Im Falle des Nachfragerückgangs werden Leitungen und Druckregelanlagen angepasst oder stillgelegt. Betriebstechnische Maßnahmen umfassen die Netz- und Druckstufenänderung.

Die Fernwärmeversorgung lässt sich nicht flexibel an neue Rahmenbedingungen anpassen und erfordert eine Änderung der Betriebsweise. Ein Nachfragerückgang führt zu Rückbau bzw. Stilllegung von Trassen und Wärmeübergabestationen. 4-Leiter-Systeme werden z. B. auf 2-Leiter-Systeme reduziert. Für Neubauquartiere des industriellen Wohnungsbaus

sollte der Erhalt der Fernwärmeversorgung angestrebt werden, die im Falle der Kraft-Wärme-Kopplung eine ökologische und bei hohen Bebauungsdichten auch ökonomisch sinnvolle Wärmeversorgung gewährleistet (Tietz 2004b).

Die Energieversorgung ist ebenso von abnehmenden Siedlungsdichten und Einwohnerzahlen betroffen. Auch hier gilt, dass dichte Baugebiete mit geringerem spezifischem Aufwand mit Strom und Wärme versorgt werden können. Bei hohen Bebauungsdichten, wie sie in innerstädtischen Quartieren, im Geschosswohnungsbau und speziell in Plattenbaugebieten anzutreffen sind, kann die Raumwärme besonders kostengünstig durch Fernwärmesysteme geliefert werden. Ab Geschossflächenzahlen von 1,0 rechnen sich die relativ hohen Leitungskosten dieser Systeme, die in der Regel in Kraft-Wärme-Koppelung beides erzeugen: Strom und Fernwärme. Bei diesen Dichten beträgt die Leitungslänge (Vor- und Rücklauf) nur 0,5 bis 1,0 m pro Wohnungseinheit (Herz 2003).

2.2 Trinkwasser

Die Anpassung der Trinkwasserversorgung an die veränderte Nachfrage ist schwierig. Sie erfordert betriebstechnische Maßnahmen wie Netzänderung, Rohrnetzspülung und Druckstufenänderung. Investitionen werden für Anpassung, Stilllegung und Rückbau von Leitungen, Behältern und Druckerhöhungsanlagen notwendig. Erleichtert wird ein Umbau durch die Notwendigkeit der Rehabilitation der Wasserversorgungsnetze.

Die Wasserversorgung wird üblicherweise für eine Vollbelegung der Gebiete und einen auf 20 Jahre prognostizierten spezifischen Wasserbedarf ausgelegt. Bis in die 1980er-Jahre ging man von einem steigenden Wasserverbrauch aus. Auch internationale Vergleichswerte deuteten darauf hin, dass der Pro-Kopf-Wasserverbrauch weiter steigen würde. Bedarfswerte von 150 bis 200 Litern pro Einwohner und Tag für den Wasserverbrauch von Haushalten und Kleingewerbe erschienen durchaus realistisch. Verbrauchswerte in dieser Größenordnung sind in manchen Stadtteilen auch tatsächlich gemessen worden.

Seit Anfang der 1990er-Jahre sinkt jedoch der häusliche Wasserverbrauch in Deutschland durch die Einführung Wasser sparender Haushaltsgeräte und Armaturen. In der DDR hat der Wasserverbrauch kurz vor der Wende einen Spitzenwert von durchschnittlich 150 Litern pro Einwohner und Tag erreicht. Heute liegt er in Ostdeutschland unter 100 Litern, in ländlichen Gebieten sogar bei 80 Litern (Herz 2003). Hier dürften sich die hohen Erneuerungsinvestitionen auswirken, die in ostdeutschen Städten zu einem im Durchschnitt pro m³ rd. 50 % höheren Wasserpreis als im Westen geführt haben.

Bei längeren Aufenthaltszeiten von Wasser im Leitungssystem als Folge des sinkenden Verbrauchs bilden sich in nicht ausgekleideten metallischen Rohren Inkrustierungen, wodurch sich der effektive Rohrdurchmesser den veränderten hydraulischen Verhältnissen anpasst. Allerdings können sich diese Inkrustierungen bei Änderungen der Wasserchemie auflösen und zu Wassertrübungen führen. Eine ingenieurtechnische Alternative ist die Verkleinerung der Nennweiten im Zuge der Sanierung alter Rohrleitungen, überwiegend aus Stahl und Grauguss, wenn dabei eine ausreichende Löschwasserversorgung gewährleistet ist.

2.3 Abwasser

Eine verringerte Nutzung der Abwasserleitungen macht regelmäßige Kanalreinigungen erforderlich, welche die Betriebskosten erhöhen. Die technische Infrastruktur zur Abwasserentsorgung wird baulich durch Querschnittsreduzierungen und Entlastungsbauwerke an die geänderte Nachfrage angepasst (Herz 2002). Ein schlechter Zustand der Entsorgungsleitungen erhöht die Häufigkeit von Schadensfällen, z. B. bzgl. oftmaliger Überschwemmungen infolge verstopfter Abwasserkanäle oder die Verunreinigung des Grundwassers durch einsickerndes Abwasser, das schwierig zu erkennen ist (Herz 1999).

Über die Möglichkeiten zum Rückbau und die Sicherung stillgelegter Abwasserkanäle findet man in der Literatur bisher keine Angaben (ATV 1996: 447). Ein Grund dafür, dass dieses Thema bisher kaum behandelt wurde, mag an der hohen Lebensdauer einer Kanalisation liegen. Bei Kanalumbau oder -erneuerung werden in Abhängigkeit vom vorliegenden Entwässerungssystem Kanäle überflüssig. Diese müssen gesichert werden, da außer Betrieb genommene Kanäle Hohlräume im Untergrund von Straßen bilden. Diese Hohlräume sind je nach Querschnitt und Tiefenlage eine Gefahr für den Straßenverkehr und stellen durch Ablagerungen, Gasbildung und Schädlingsvorkommen eine hygienische Beeinträchtigung dar. Eine vollständige Beseitigung wird meist nur im Grundstücksbereich bei geringer Tiefenlage und unbefestigten Geländeoberflächen durchgeführt. Stillgelegte Kanäle werden in der Regel mit hohlraumarmem Material wie Spezial-Verfüllmörtel, Fließbeton, Kiessand oder Sand verfüllt. Anschließend werden Schächte bis zu einer Tiefe von 2,50 m abgebrochen. Die stillgelegten Kanäle verbleiben aus Sicherheitsgründen mit einem entsprechenden Vermerk im Kanalkataster (ATV 1996: 447).

Die Anpassung der Infrastruktur an geänderte Anforderungen aufgrund des demographischen Wandels, verschärften Gewässerschutzes und Sanierungsbedarfes ist mit erheblichen Eingriffen in die vorhandene Bausubstanz verbunden. In diesem Zusammenhang werden neue umweltschonende Lösungen gesucht und alternative Konzeptionen wieder aufgegriffen. Vorgabe für den Umbau ist es, ein funktionsfähiges, wasserdichtes und dauerhaftes Kanalnetz zu erhalten, das sich leicht instand halten lässt. Für dieses Ziel müssen bessere Voraussetzungen zur Instandhaltung und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von Kanalisationen geschaffen werden. Die Zuverlässigkeit kann besonders durch begehbare Leitungsgänge erhöht werden. In einem Leitungsgang werden alle Ver- und Entsorgungsleitungen zugänglich verlegt. Der Leitungsgang führt Fernwärmeleitungen, Gasleitungen und Starkstromkabel zur Energieversorgung. Neben Kommunikationseinrichtungen der Telekom und Steuersungskabeln verschiedener Art befinden sich dort auch die Leitungen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung.

Der Rückgang des Trinkwasserverbrauchs hat auch für die Abwasserbeseitigung negative Auswirkungen: Weniger Trinkwasser bedeutet weniger Abwasser. Die Abwasserkanäle werden so bemessen, dass sie bei Trockenwetter ein ausreichendes Gefälle aufweisen, um das Abwasser mit ausreichender Fließgeschwindigkeit, Fülltiefe und Schleppkraft abzutransportieren. Bei einem drastischen Rückgang des Abwasseranfalls als Folge des Bevölkerungsrückgangs und der Minderung des Pro-Kopf-Verbrauchs beim Trinkwasser sind die entsprechenden Mindestwerte in flachem Gelände nicht mehr gegeben. Es bilden sich Ablagerungen, und das Abwasser beginnt in der Kanalisation zu faulen. Bei diesen anaeroben Abbau-

prozessen entstehen Sulfide und Schwefelwasserstoff. Aus den Schächten entweichen unangenehme Gerüche, auf die die Anwohner zunehmend empfindlich reagieren. Problematischer ist, dass der Schwefelwasserstoff im feuchten Gasraum von Betonrohren absorbiert wird und sich dabei Schwefelsäure bildet. Diese greift den Beton an, d. h. sie zerstört den Zusammenhalt der Kristallite im Zementstein, und es kommt zur sog. biogenen Schwefelsäurekorrosion (Herz 2003). Hinzu kommt, dass durch die an sich positive Tendenz zum Regenwassermanagement das Regenwasser zunehmend nicht mehr der Schmutzwasserkanalisation zugeführt wird und somit auch aus diesem Grund die Spülwirkung reduziert wird.

3 Räumliche Differenzierung der Auswirkungen des demographischen Wandels hinsichtlich der Netzinfrastruktur

3.1 Bundesweite Situation

Für eine räumlich differenzierte Gegenüberstellung der Situation bei den Ver- und Entsorgungssystemen fehlen bundesweit allgemein zugängliche Daten auf Regions- oder Kreisebene. Dies liegt zum einen daran, dass die Bedarfs- bzw. Verbrauchsdaten für die sehr unterschiedlichen Systeme wie Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Strom- oder Wärmeversorgung von den einzelnen lokalen oder regionalen Ver- bzw. Entsorgungsunternehmen jeweils für deren Einzugsgebiet erhoben werden, die sich von den für die Bevölkerungsentwicklung herangezogenen Raumordnungsregionen und Kreisen erheblich unterscheiden. Zum anderen sind von den Unternehmen oder Gebietskörperschaften nur schwer räumlich differenzierte Daten zu den Kosten oder Gebühren zu erhalten. Die nachfolgenden Betrachtungen müssen sich daher auf grundsätzliche Überlegungen aufgrund weniger Daten für einzelne Bereiche beschränken.

Die Versorgung der Bevölkerung mit Wasser und Energie bzw. die Entsorgung der Abwässer und des Abfalls ist aufgrund der Daseinsvorsorge sicherzustellen. Damit wird erkennbar, dass die Bevölkerungsentwicklung unmittelbaren Einfluss auf die Ver- und Entsorgungssysteme hat. Die Ver- und Entsorgungsinfrastruktur wird aufgrund bestimmter Rahmenbedingungen geplant und für bestimmte Auslastungen ausgelegt. Sie ist somit nur sehr begrenzt an Veränderungen der Auslastung anpassbar. Der hohe Anteil der Fixkosten wird über die Gebühren an die angeschlossenen Personen weitergegeben, d. h. ein Rückgang der Bevölkerung bewirkt einen Gebührenanstieg, da zum einen die Fixkosten auf weniger Personen umgelegt werden und zum anderen unter Umständen teure technische Maßnahmen zur Anpassung an sich ändernde Rahmenbedingungen notwendig sind.

Aufgrund des Nachholbedarfs in den neuen Bundesländern decken sich Regionen mit (stark) rückläufiger Bevölkerung und Bedarf nach Investitionen im Ver- und Entsorgungsbereich. Investitionen und damit höhere Kosten sind also wahrscheinlich. Eine genauere Analyse der Investitionen bzw. Kosten soll im Folgenden vorgenommen werden.

3.2 Raumtypen in Westdeutschland

Die zu erwartende Alterung der Bevölkerung wird sich nicht auf die Ver- und Entsorgungssysteme auswirken. Bei einer relativ stabilen Bevölkerungsentwicklung insgesamt werden somit aufgrund des relativ langsamen Verlaufes regional oder lokal auftretender Bevölkerungs-

rückgänge keine wesentlichen Veränderungen zu erwarten sein. Sofern sich Entlastungseffekte für die Umwelt aufgrund eines zurückgehenden Bedarfs an Versorgungsleistungen für Energie, Wasser und insbesondere für Abfall tatsächlich einstellen, so könnten diese gerade in den Agglomerationen und Verstäderten Regionen Westdeutschlands stattfinden. Gute Möglichkeiten zum Gegensteuern ergeben sich zusätzlich im Rahmen des anstehenden Sanierungsbedarfs.

Für das Ruhrgebiet wird ein anhaltender Bevölkerungsrückgang und damit der höchste in den westdeutschen Agglomerationsräumen insgesamt erwartet. Großräumig betrachtet, werden die technischen Auswirkungen auf die Netzinfrastruktur vergleichsweise gering sein, da die Anpassung auf einem relativ hohen Niveau stattfindet. Die finanziellen Auswirkungen dürften aufgrund der dort historisch gewachsenen, relativ großräumigen Ver- und Entsorgungssysteme vergleichsweise gut abgefedert werden können.

Anders als bei den kommunalen Dienstleistungen der Städte war es bei den Ver- und Entsorgungssystemen oftmals möglich, der Bevölkerung nachzufolgen und die Ver- bzw. Entsorgungsgebiete der Kernstädte auf die suburbanen Räume auszudehnen. Bei einheitlichen Gebühren und Tarifen zahlen so die Bewohner der Städte häufig an den spezifisch höheren, weil stärker in die Fläche gehenden Erschließungskosten mit. Doch tragen nun die aus den Städten abgewanderten Bewohner der verstäderten Räume künftig auch die erhöhten Kosten durch Unterauslastung mit.

Die ländlichen Räume Westdeutschlands weisen zum größten Teil eine sehr gute Ausstattung mit leitungsgebundenen Ver- und Entsorgungssystemen auf, in die in den letzten Jahren hohe Investitionen geflossen und die teilweise bereits abgeschrieben sind. Die Bestrebungen gehen dort in den letzten Jahren trotz hoher spezifischer Aufwendungen hin zu einer Erhöhung des Anschlussgrades an die Abwasserentsorgung und zu einem flächendeckenden Ausbau des Gasnetzes für die Raumwärmeversorgung. Gerade dort wird sich bei zurückgehender Bevölkerung der Aufwand weiter erhöhen, sodass hier eventuell andere Strategien in Frage kommen.

3.3 Raumtypen in Ostdeutschland

Alle Kategorien der Siedlungsstruktur sind durch hohe Investitionen der vergangenen Jahre in die Netzinfrastruktur gekennzeichnet, da hier ein besonders hoher Nachholbedarf zu realisieren war. Diese Aufwendungen werden noch viele Jahre die Gebührenzahler belasten, sodass sich gerade hier eine Reduzierung der Zahl derjenigen, auf welche die Investitionen umgelegt werden können, auch in Zukunft bei den Kosten besonders bemerkbar machen wird.

Die ländlichen Räume in Ostdeutschland werden auch bei der Netzinfrastruktur die größten Auswirkungen aufgrund des demographischen Wandels zu verkraften haben. Bei niedriger Bevölkerungsdichte, d. h. auch geringer Abnahme- oder Anfalldichte an Versorgungsleistungen, werden dort die Einwohnerzahlen weiter sinken und erhebliche Auslastungsprobleme bei den leitungsgebundenen Infrastruktursystemen zu erwarten sein, die gerade in den letzten Jahren einen hohen Erneuerungsbedarf erforderlich gemacht hatten und bei denen ohnehin die Belastungen einwohnerspezifisch verhältnismäßig hoch sind. Dort wird sich ein weiterer Rückgang an Gebührenzahlern oder Verbrauchern besonders stark auf die

Kosten auswirken. Bei einer immer noch hohen Zahl der Direkteinleiter von Abwasser und einem geringen Anteil an leitungsgebundener Wärmeversorgung wird sich dieser Anteil aus Kostengründen nur schwierig erhöhen lassen. Parallel dazu werden in diesen Räumen technische Schwierigkeiten bei den bestehenden Systemen erwartet, deren Auslastung unter einen betrieblich erforderlichen Mindestbedarf absinkt. Hier stellt sich teilweise die Frage nach völlig neuen dezentralen Strukturen, wie diese aus Ländern mit noch niedrigerer Bevölkerungsdichte (Skandinavien) bekannt sind.

4 Planerische Maßnahmen zur Unterstützung der Netzinfrastruktur

Die Ver- und Entsorgungssysteme werden unabhängig voneinander durch verschiedene Fachdisziplinen nach ebenso unterschiedlichen Kriterien geplant. Bereits dort müssen die Auswirkungen der künftig regional sehr abweichenden Veränderungen der Siedlungsdichte berücksichtigt werden. Es ist daher eine wesentliche Aufgabe der Raumplanung, diese Aktivitäten mit der Siedlungsplanung abzustimmen und die Maßnahmen der Fachplanungen untereinander im Raum zu koordinieren.

4.1 Verdichtung der Siedlungsstruktur nach Achsen und Zentren

Im Hinblick auf die geforderte Liniendichte der Ver- und Versorgungsnetze entlang der Hauptstränge der Versorgungssysteme ist eine Verdichtung entlang der Siedlungsachsen angebracht. Hier herrscht Zielkongruenz zwischen den Leitbildern der Siedlungsentwicklung und den wirtschaftlichen Erfordernissen der Netzinfrastruktur. Gleichzeitig eignen sich auch jeweils die Zentren als Standorte für die erforderlichen Infrastrukturanlagen. Bei immer höheren Umweltstandards der Anlagen treten somit auch die Nutzungskonflikte zwischen den Siedlungen in ihrer Eigenschaft als Wohn- und Anlagenstandorte mehr und mehr in den Hintergrund.

4.2 Erhalt der Netzinfrastruktur entsprechend der Nachfrage

Die Infrastrukturplanung war bisher stets am kontinuierlichen Wachstum orientiert. Stagnierende bis rückläufige Bevölkerungszahlen erfordern eine Konzentration der knappen Mittel auf den Bestand anstelle des immer weiteren Ausbaus der Netzinfrastruktur. Nicht zuletzt ist dafür auch die schwierige Lage der öffentlichen Haushalte mit entscheidend, die sich mit der rückläufigen Zahl der Gebührenzahler weiter verschärfen wird. Die Privatisierung der Ver- und Entsorgungsaufgaben birgt darüber hinaus die Gefahr, dass Leistungen, die bislang im Rahmen der „Daseinsvorsorge“ verpflichtend erbracht werden mussten, nun in besonders unwirtschaftlichen Bereichen nicht mehr oder mit nur noch unzureichender Ver- bzw. Entsorgungssicherheit erfüllt werden.

Wenn auch der Neubau von Infrastruktur auf Wachstumsregionen, auf notwendige Lückenschlüsse und Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensqualität in den Städten und Gemeinden konzentriert werden soll, dann muss sich auch der Ausbau und die Erweiterung von Siedlungsflächen an diesen Begrenzungen orientieren. In Wachstumsregionen sind Neubaumaßnahmen im Hinblick auf ihre Effekte für die regionalen Ver- und Entsorgungssysteme kritisch zu prüfen. Gemeinden im suburbanen Raum, die sich für eine Ausweitung ihrer Siedlungsflächen entscheiden, müssen beachten, dass damit häufig auch ein Ausbau der

Netzinfrastruktur oder gar eine Kapazitätserweiterung auf den Zu- bzw. Abführungsstrecken oder bei den Umwandlungsanlagen erforderlich wird. Eine Nachverdichtung in den Verdichtungsräumen selbst ist meist wesentlich kostengünstiger herzustellen. Besonders aussichtsreich ist dies dort, wo hierdurch auch zur Verbesserung der Auslastungssituation beigetragen werden kann. Eine „nachlaufende“ Infrastrukturversorgung, wie in der Vergangenheit, entspricht weder den Zielen einer nachhaltigen Raumentwicklung noch ist diese angesichts der leeren Kassen in den Kommunen bzw. bei den kommunalen Ver- und Entsorgungsunternehmen wirtschaftlich tragbar.

4.3 Nachverdichtung für eine Mindestauslastung

Stadttechnische Aspekte spielen bei der Entscheidung über Standorte zur Wohn- oder Gewerbegebietserschließung im üblichen Planungsprozess innerhalb einer Stadt oder eines Planungsverbandes bislang nur eine untergeordnete Rolle. Selten ergeben sich Engpässe aus der Ver- bzw. Entsorgung der ausgewählten Gebiete. Doch muss künftig zumindest der Versuch unternommen werden, die Infrastrukturauslastung durch flankierende Maßnahmen zu unterstützen, so wie dies teilweise in den vergangenen Jahren schon bei der sozialen Infrastruktur geschehen ist. Dies ist insbesondere dort erforderlich, wo in Zukunft hohe Aufwendungen durch Unterauslastung auf die kommunalen Betreiber zukommen werden. Da es sich in den kommenden Jahren vermehrt um sehr unterschiedliche Akteure handeln wird, ist deren Kooperation von besonderer Bedeutung. Interkommunale Kooperation bzw. regionale Planungsinstitutionen sind unverzichtbar, um auf die räumlichen Auswirkungen der Schrumpfung gezielt reagieren zu können (Winkel 2002).

4.4 Auflösen von großen Netzen durch dezentrale Teilnetze

Der Rückbau von Ver- bzw. Versorgungsnetzen lässt sich bei Verästelungsnetzen nur an deren Enden durchführen, bei vermaschten Netzen und Ringnetzen lässt sich ein Rückbau nur durch Beibehalten der Hauptleitungen oder unter Reduzierung der Ver- bzw. Versorgungssicherheit umsetzen. Die großen, monostrukturierten Siedlungsgebiete („Plattenbauten“), deren Rückbau gegenwärtig diskutiert wird, liegen in der Regel am Ende solcher Netze. Gerade in diesen Fällen liegt es nahe, die erforderlichen Eingriffe in das Leitungssystem für eine Neugestaltung des Gesamtnetzes zu nutzen, z. B. durch das Auflösen großer Gesamtnetze zu kleineren Teilnetzen, verbunden mit der Zuordnung neuer Erzeugungs- oder Behandlungsanlagen. In bestimmten Fällen kann diese Umgestaltung die Anpassung der Netze an die Siedlungsstruktur verbessern. Die Aufteilung in Teilnetze kann deshalb trotz der in der Regel höheren Stückkosten großer Netze insgesamt kostengünstiger sein.

4.5 Kriterien für die Versorgungssicherheit

Eingriffe in das Ver- bzw. Versorgungsnetz aufgrund veränderter Auslastung beeinflussen in vielen Fällen die Versorgungssicherheit. Eine Bewertung der bisherigen Sicherheit bzw. der graduellen Effekte von Maßnahmen auf diese wird bislang nicht vorgenommen, sodass die Auswirkungen verschiedener Alternativen nur schwer miteinander und untereinander zu vergleichen sind. Es wird daher für die Zukunft erforderlich, Maßstäbe für die Versorgungssicherheit zu entwickeln.

4.6 Abrechnungsgebiete für die Preisbildung

Die Preisbildung bzw. die Festlegung der Gebühren findet bei den Ver- und Entsorgungssystemen trotz fortgeschrittener Liberalisierung des Energiemarktes und beginnender Liberalisierung im Bereich der Wasserversorgung dennoch im Wesentlichen innerhalb von Einzugs- oder Versorgungsgebieten statt. Diese sind gewachsen und bestehen häufig aus stark verdichteten Kernzonen mit alten, d. h. abgeschriebenen und erneuerungsbedürftigen Systemen und daran anschließenden neueren Zonen, die im Rahmen der Suburbanisierung entstanden sind. Damit wurden die Investitionen im suburbanen Raum während der vergangenen Jahrzehnte durch die Umlage auf das Gesamtgebiet zu einem guten Teil von den alten Kernzonen mitfinanziert. Die Haushalte in den Kernstädten subventionieren somit teilweise die neuen Systeme in den Randzonen, die wegen ihrer großen Flächeninanspruchnahme und geringeren Dichte zudem höhere spezifische Kosten aufweisen als die alten Kerngebiete.

Ähnlich wie die Städte bei den Einrichtungen der sozialen und kulturellen Infrastruktur durch Eingemeindungen haben die kommunalen Ver- und Entsorgungsunternehmen daher in den vergangenen Jahrzehnten versucht, die abwandernden Kunden dadurch wieder „einzufangen“, dass sie ihre Gebiete vergrößert haben. Vor dem Hintergrund, dass sich diese Tendenz in einem liberalisierten Markt weiter fortsetzen wird und dass der Bevölkerungsrückgang gerade in den Kerngebieten anhalten wird, ist diese Abrechnungspraxis zu überprüfen.

4.7 Direkteinleitungen und Eigenversorgung

Da in den meisten Fällen eine Verpflichtung zur Ver- und Entsorgung der Siedlungsgebiete besteht, kann die jeweilige Netzinfrastruktur erst dann aufgegeben werden, wenn der letzte Nutzer vom Netz geht. Die einzige Möglichkeit, Systeme frühzeitig aufzugeben, besteht darin, die letzten verbliebenen Kunden wieder in ein dezentrales System oder in die Selbstversorgung oder Selbstentsorgung zurückzuführen. Dies bedeutet, dass in solchen Gebieten, die besonders stark vom demographischen Wandel betroffen sind, wieder verstärkt die Möglichkeiten zur Direkteinleitung von Abwässern und zur Eigenversorgung mit Trinkwasser zugelassen werden sollten, sofern diese Möglichkeit unter Einhaltung von gewissen Mindeststandards gegeben ist.

Bei der Versorgung mit Strom und Wärme könnte gerade in solchen Gebieten, in denen die Netzinfrastruktur auf Dauer keine wirtschaftliche Tragfähigkeit besitzt, die Eigenversorgung durch entsprechende Fördermittel unterstützt werden. Hierzu wäre es erforderlich, frühzeitig solche Gebiete zu erkennen und räumlich konkret auszuweisen.

5 Anpassungsmöglichkeiten

5.1 Technische Anpassung

Die Anpassung stadttechnischer Systeme an die baulichen Veränderungen der Siedlungsflächen sowie der Siedlungsstruktur an den Wandel der Nachfrage und im Dargebot bzw. im Verbraucherverhalten insgesamt – rückläufig wie steigend – stellt eine fortwährende Aufgabe für die Träger im Bereich der Ver- und Entsorgungssysteme dar. Dabei ist diese Aufgabe, wie bei anderen Systemen, mit hohen Investitionskosten auch meist nur in Schritten oder Stufen möglich, die sich aus Anlagenmodulen, Sprungkosten oder zusammenhängenden Ver- oder Entsorgungsgebietseinheiten ergeben, die wegen der Ver- bzw. Entsorgungspflicht nicht beliebig getrennt oder aufgegeben werden können.

Dabei gibt es einige einfache Grundprinzipien: Verästelungsnetze wird man eher von außen nach innen zurückbauen. Aber gerade am Ende dieser Netze liegen meist die jüngsten Leitungen. Vermaschte Netze und Ringnetze lassen sich beim Rückbau wesentlich flexibler handhaben, da sie mit ihrer höheren Redundanz ein größeres Potenzial der Versorgungssicherheit aufweisen. Zu den Netzen gehören aber auch die Anlagen zur Umwandlung, d. h. zur Erzeugung bzw. zur Behandlung für eine gefahrlose Rückführung zu den natürlichen Ressourcen. Diese können erst dann zurückgebaut, außer Betrieb genommen oder zurückgefahren werden, wenn für die verbleibenden Aufgaben Ersatzlösungen gefunden wurden. Häufig sind es diskontinuierliche Lösungen, welche die kontinuierlichen Systeme ersetzen. Manche Systeme sind jedoch überhaupt nicht teillastfähig oder in solchen Fällen extrem teuer im Betrieb. Dann nützen auch betriebstechnische Maßnahmen nichts mehr.

Die Anpassungsfähigkeit der verschiedenen Ver- und Entsorgungssysteme durch investive, also bauliche, und durch betriebstechnische Maßnahmen ist sehr unterschiedlich einzuschätzen, wie Herz (2003) dargelegt hat. Während die Elektroenergie- und Gasversorgung sich relativ gut anpassen lassen, sind die Systeme für Fernwärme, Trinkwasser und Abwasser weniger flexibel. Allgemein verbindliche Aussagen zur Nutzungsdauer, und damit auch zur Restnutzungsdauer von Anlagen der stadttechnischen Infrastruktur können nicht gegeben werden (Tab. 1). Denn die tatsächliche Nutzungsdauer wird von vielen Faktoren wesentlich mitbestimmt, wie z. B. von

- dem bereits erreichten Alter
- dem verwendeten Material
- der Einbauqualität
- der Betriebsführung bzw. Beanspruchung
- den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten (z. B. Verkehrsbelastung, Erdbewegungen);
- den spezifischen Kosten von Reparaturmaßnahmen
- den Kosten und Technologien von Sanierungs- und Ersatzmaßnahmen und
- den zur Verfügung stehenden Mitteln

Tab. 1: Anpassungsfähigkeit und betriebstechnische sowie investive Maßnahmen bei Auslastungsproblemen für die Ver- und Entsorgungssysteme

	Anpassungs- fähigkeit	betriebstechnische Maß- nahmen	investive Maßnahmen (Anpassung, Stilllegung, Rückbau)
Elektroenergie	+	Veränderung der Schalt- zustände	Kabel, Trafostationen
Gas	+/-	Netzänderung, Druck- stufenänderung	Leitungen, Druckregelanlagen
Fernwärme	--	Änderungen der Be- triebsweise	Trassen, Wärmeübergabesta- tionen, Reduzierung von 4- auf 2-Leiter-System
Trinkwasser	--	Netzänderung, Rohr- netzspülung, Druckstu- fenänderung	Leitungen, Querschnitts- reduzierung, Behälter, Druck- erhöhungsanlagen
Abwasser	-	Kanalreinigung	Querschnittsreduzierung, Entlastungsbauwerke

Quelle: Herz 2003

5.2 Anpassung der Umweltziele

Neben der Notwendigkeit, die technischen Systeme im Hinblick auf den zu erwartenden demographischen Wandel anzugleichen, müssen auch die Umweltziele einer Überprüfung und gegebenenfalls einer Anpassung unterzogen werden. Insbesondere die hierbei angestrebte ökologische Siedlungsentwicklung kann in vielfältiger Weise in Frage gestellt sein, wenn die erforderliche Einwohnerzahl und damit die Tragfähigkeit nicht erreicht oder eine fehlende Auslastung eher zu einem Rückbau als zu einem Ausbau solcher Konzepte zwingt. Kernelemente von Konzepten und Projekten einer ökologischen Siedlungsentwicklung sind nicht nur die Reduzierung der Neuinanspruchnahme von Freiflächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke sowie die Verbesserung des Freiraum- und Grünflächenangebots, sondern auch die Nutzung erneuerbarer Energien, ressourceneffiziente und daher vermehrt dezentrale Ver- und Entsorgung und energiesparende Bauweisen.

Im Frühjahr 2004 haben sich daher zahlreiche Experten mit der *Marienthaler Erklärung* zu Wort gemeldet (IÖR; IES 2004) und dabei auch die Auswirkungen auf die Netzinfrastruktur in ihre Überlegungen einbezogen. Da konventionelle zentrale Ver- und Entsorgungssysteme insbesondere in verdichteten Räumen ökonomisch wie ökologisch effizient sein können, werden von einer künftigen kleinteilig differenzierteren räumlichen Entwicklung positive Impulse für regionale bzw. gesamtstädtische Konzepte sowie standortspezifische Lösungen erwartet.

6 Resümee – Ver- und Entsorgungssysteme als Bestandteil querschnittsorientierter Raumplanung

Die Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Ver- und Entsorgungssysteme gehen fast ausschließlich von dem Rückgang der Strom-, Wärme- oder Wasserverbraucher bzw. des Abwasser- und Abfallanfalls aus, die alle jeweils unmittelbar von der Bevölkerungsabnahme ausgelöst werden. Im Hinblick auf die Ziele des Ressourcenschutzes sind flankierende Maßnahmen, die dieser Entwicklung entgegenwirken, unerwünscht. Im Gegenteil, die ordnungspolitischen Maßnahmen zielen in eine Richtung, die den Schrumpfungsprozess bei den Ver- und Entsorgungssystemen verstärken.

Lediglich bei der Wärmeversorgung gibt es eine anhaltende Entwicklung, die über einen weiteren Anstieg der spezifischen Wohnfläche in den nächsten Jahren noch einen Rückgang des Wärmebedarfs in den Haushalten verzögern wird (Tietz 2004b). Auch die Abwasserentsorgung ist in besonderem Maße von den Auswirkungen des demographischen Wandels betroffen, allerdings nur dort, wo ein großflächiger Wohnungsleerstand zu verzeichnen ist und wo extrem überdimensionierte Systeme vorliegen. Eine Bevölkerungsabnahme wirkt sich dort aus, wo ein hoher Nachholbedarf zu sehr hohen Investitionen in große zentrale Entsorgungsanlagen geführt hat, deren jährliche Fixkosten jetzt durch eine immer geringer werdende Anzahl von angeschlossenen Haushalten getragen werden müssen.

Die Wärmeversorgung und die Abwasserentsorgung lassen sich, wie die anderen Systeme auch, nur begrenzt auf der für diesen Arbeitskreis vorgegebenen räumlichen Ebene betrachten. Ein Resümee kann zunächst nur auf der Grundlage einer ersten argumentativen Überprüfung gezogen werden, denn empirische Grundlagen liegen zu den Zusammenhängen zwischen dem demographischen Wandel und den Anforderungen an eine nachhaltige Ver- und Entsorgung der künftigen Siedlungsräume bislang so gut wie nicht vor. Die Aussagen beziehen sich daher in erster Linie auf den Zusammenhang zwischen der Dichte des Bedarfes an Energie (Strom und Wärme) und Wasser bzw. des Anfalls von Abwasser und Abfall sowie der Leistungsfähigkeit der Systeme im Hinblick auf die Kosten bzw. Gebühren, die Ver- bzw. Entsorgungssicherheit und die Erfüllung der Umweltziele.

Die Ver- und Entsorgungssysteme werden auch in Zukunft die Aufgabe haben, der Siedlungsentwicklung nachzufolgen, sich ihrem Wandel anzupassen. Der Gedanke, dass diese Systeme die Entwicklung steuern könnten, ist zwar für einen Planer reizvoll – aber unrealistisch. Zumindest zeigt es sich, dass gerade dort, wo die Probleme bereits am größten sind, diese noch durch die Kostensteigerungen im Bereich der Ver- und Entsorgungssysteme erhöht werden. Die Schwankungen, welche die Konjunktur im Bereich der industriellen Abnehmer schon bislang immer wieder mit sich gebracht hat, sind wesentlich größer als das, was sich auf regionalem Maßstab jetzt im Hinblick auf den demographischen Wandel abzeichnet.

Mit dem Rückbau von Wohnungsbeständen ist eine rückläufige Nachfrage nach technischer Infrastruktur verbunden. Wegen der „Trägheit“ der Systeme ist eine kostengünstige Angleichung an die veränderten Bedingungen nur schrittweise möglich. Diese Anpassungsfähigkeit unterscheidet sich bei den Medien Elektroenergie, Gas, Fernwärme, Wasser und Abwasser, für die betriebstechnische und investive Maßnahmen in unterschiedlichem Um-

fang möglich sind. Bei betriebstechnischen Maßnahmen entstehen zusätzliche Kosten unabhängig davon, ob Wohnungsleerstand oder Wohnungsrückbau vorliegt.

Nach ersten Untersuchungen (Herz 2003) werden bei einem Verbrauchsrückgang von 20% betriebstechnische Maßnahmen erforderlich, wobei er davon ausgeht, dass bei einem Rückgang um mehr als die Hälfte Anlagen stillzulegen sind, wobei keine allgemein gültigen Aussagen zur Nutzungsdauer und Restnutzungsdauer von technischen Infrastrukturanlagen getroffen werden können. Einer verbindlichen Aussage stehen vielfältige Faktoren entgegen, die eine Einzelfallbetrachtung erforderlich machen. Zu den Einflussfaktoren zählen die örtlichen Gegebenheiten wie die Verkehrsbelastung, das verwendete Material, die Einbauqualität, die Betriebsführung und Reparaturen, Sanierungs- und Ersatzmaßnahmen.

Die laufende Erneuerung und Sanierung des Bestandes bietet die Chance, die zugehörigen Ver- und Entsorgungssysteme umzubauen und an die aktuellen und zukünftig absehbaren Verhältnisse anzupassen. Die Kosten für den Umbau von Ver- und Entsorgungssystemen sind im Bestand mindestens doppelt so hoch wie die Herstellungskosten, da sich die Ver- und Entsorgungsleitungen überwiegend im dicht belegten unterirdischen Straßenraum befinden und der Umbau mit möglichst geringen Verkehrseinschränkungen erfolgen soll. Eine grundlegende Sanierung oder Erneuerung ist aus betriebswirtschaftlicher Perspektive mittelfristig teurer, als die Nutzungsdauer der Leitungen durch punktuelle Reparaturen zu erhöhen. Allgemein sind größere Erneuerungsmaßnahmen bei einer Anpassung an den Stand der Technik, einer Netzertüchtigung oder Engpassbeseitigung sinnvoll.

Die Netzinfrastruktur wird sich also auch nach und nach denjenigen Veränderungen anpassen, die sich mittel- und langfristig aus dem demographischen Wandel ergeben werden. Eine planerische Unterstützung sowohl auf der lokalen als auch auf der regionalen Ebene wird es ermöglichen, die Problembereiche gering zu halten, die hauptsächlich im Bereich der Wärmeversorgung und bei der Abwasserentsorgung erwartet werden. Insbesondere gilt es, frühzeitig solche Flächen zu identifizieren, wo ohne größere technische Betriebsprobleme bei den Ver- und Entsorgungssystemen Siedlungsflächen rückgebaut werden können, wo gezielte Maßnahmen zur Nachverdichtung im Gesamtnetz möglich sind und wo die bestehenden Netze im Rahmen ihrer Erneuerung angepasst werden können. Bei den Anlagen und ihren Standorten ist in Verbindung mit veränderten Dichten innerhalb der Netzstrukturen zu prüfen, ob künftig eine Ver- oder Entsorgung mit kleineren Einheiten erfolgen kann.

Literatur

- ATV, Abwassertechnische Vereinigung (1996): Bau und Betrieb der Kanalisation. Berlin, 4. Aufl.
- BBR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (2002): Raumordnungsbericht 2000. Bonn.
- BBR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (2003): INKAR Prognose 2020 (INKAR-Pro CD-ROM). Bonn.
- Gesenhoff, J. (2003): Demographischer Wandel und Netzinfrastruktur, Arbeitspapier des Fachgebiets Ver- und Entsorgungssysteme in der Raumplanung. Universität Dortmund.
- Herz, R. (1999): Der Zustand von Abwasserkanälen und Versorgungsleitungen. In: U. Hassler (Hrsg.): Umbau: Über die Zukunft des Baubestandes. Tübingen: S. 133.
- Herz, R. (2002): Anpassung der technischen Infrastruktur. In: BMVBW (Hrsg.): Fachdokumentation zum Bundeswettbewerb Stadtumbau Ost. Berlin, S. 50.
- Herz, R. (2003): Infrastrukturanpassung bei Schrumpfungprozessen. Vortrag im 1. VES-Kolloquium der Fakultät Raumplanung am 24.9.2003, Dortmund.
- Herz, R.; Werner, M.; Marschke, L. (2002): Anpassung der technischen Infrastruktur. In: Fachdokumentation zum Bundeswettbewerb „Stadtumbau Ost“. Expertisen zu städtebaulichen und wohnungswirtschaftlichen Aspekten des Stadtumbaus in den neuen Ländern. Bonn.
- IÖR, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V.; IES, Institut für Entwicklungsplanung und Strukturforchung an der Universität Hannover (2004): Demographischer Wandel – Herausforderung für eine ökologische Siedlungsentwicklung („Marienthaler Erklärung“), Dresden, Ostritz-St. Marienthal.
- Koziol, M. (2002): Auswirkungen des Stadtumbaus auf die kommunale Infrastruktur. In: Beiträge zu Stadtentwicklung und Wohnen im Land Brandenburg.
- Reidenbach, M. (2000): Der kommunale Investitionsbedarf in Deutschland. Eine Schätzung für die Jahre 2000 bis 2009. Berlin.
- Scheiner, J. (2004): Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Verkehrsinfrastruktur. Dortmund.
- Tietz, H.-P. (2003): Ver- und Entsorgungssysteme in der Raumplanung. Vortrag im 1. VES-Kolloquium der Fakultät Raumplanung am 24.9.2003, Dortmund.
- Tietz, H.-P. (2004a): Einflussfaktoren des demographischen Wandels auf die Ver- und Entsorgungssysteme. Arbeitsgruppe „Landesentwicklung bei abnehmender Bevölkerung – Auswirkungen auf die Raum- und Siedlungsstruktur“ der LAG Baden-Württemberg (in Vorbereitung).
- Tietz, H.-P. (2004b): Der Raumwärmemarkt im Wandel. 5. Kolloquium Stadtbauwesen am Lehrstuhl Stadtbauwesen der Technischen Universität Dresden; Januar 2004 (in Vorbereitung).
- Veser, J. (2002): Stagnierende Wohnungsmärkte in Ost und West. In: Informationen zur Raumentwicklung, H. 3, S. 137–149.
- Winkel, R. (2002): Schrumpfung und ihre siedlungsstrukturellen Wirkungen. In: Raumplanung, H. 101, S. 99–103.