



Thomas Kluge, Engelbert Schramm (Hrsg.)

Wasser 2050

Mehr Nachhaltigkeit durch Systemlösungen

Institut für
sozial-ökologische
Forschung



 oekom

Thomas Kluge, Engelbert Schramm (Hrsg.)

Wasser 2050

Mehr Nachhaltigkeit durch Systemlösungen

ISBN 978-3-86581-218-6

320 Seiten, 16,5 x 23,5 cm, 34,95 Euro

oekom verlag, München 2016

www.oekom.de

1.2 Innovationen: Vorbereiten auf eine nachhaltigere Zukunft

Gut positioniert – auch gut gerüstet?

Die Weltwirtschaftskrise scheint an der deutschen Wassertechnikbranche fast spurlos vorbeigegangen zu sein. Der Branchenumsatz ist nach Schätzungen des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) in den letzten Jahren stetig gestiegen, seit 2005 um etwa 80 Prozent auf einen Gesamtumsatz von 1,8 Milliarden Euro im Jahr 2013 (Gebhart 2015, EUWID 2011a).

Nach wie vor erwirtschaftet die Branche die Hälfte ihres Umsatzes im Ausland. Seit 2005 konnte sie ihre Exporterlöse dabei um fast 80 Prozent auf 945 Millionen Euro steigern (VDMA 2014). Dank dieses stetigen Exportzuwachses hat die Branche in Deutschland in den letzten Jahren den Abstand zum Weltmarktführer USA weiter verringert. Nach den Auswertungen des VDMA folgt Deutschland 2010 mit einem Weltmarktanteil von 17 Prozent den USA mit 19 Prozent. Zudem etabliert sich zunehmend auch China als wichtiger Spieler auf dem Weltmarkt für Wasser- und Abwassertechnik. Das Land folgt auf dem dritten Rang mit acht Prozent Weltmarktanteil noch vor Italien mit sieben Prozent und Kanada mit fünf Prozent (EUWID 2011a, 2011b).

Der mit Abstand wichtigste Absatzmarkt für die deutschen Unternehmen bleibt vorerst Europa (Abbildung 2). In 2010 erzielten die deutschen Unternehmen 42 Prozent ihrer Exporterlöse innerhalb der *Europäischen Union* – vor allem in Frankreich und Spanien – und weitere 18 Prozent in anderen europäischen Ländern, vor allem die Nachfrage aus Russland sticht hervor (EUWID 2011a). Das stärkste Wachstum indes verzeichnete das *Statistische Bundesamt* im Nahen und Mittleren Osten, wo die Exporterlöse 2010 um 13,5 Prozent auf 39,2 Millionen Euro zulegten. Auch der nordafrikanische Markt verzeichnete ein Plus von 20,2 Prozent. Der US-amerikanische Markt hingegen ist für deutsche Unternehmen der Wassertechnikbranche mit einem Umsatz von 27,4 Millionen Euro weiter vergleichsweise unbedeutend.

In den letzten Jahren hat sich das Bild etwas gewandelt: Auch wenn 2013 der stärkste Absatzmarkt mit 370,5 Millionen Euro weiterhin die EU war, bildeten die weltweit stärksten Exportmärkte für die deutsche Branche 2013 Russland mit 107,8 Millionen Euro vor China mit 69,4 Millionen Euro. Stärkste Exportmärkte innerhalb der EU waren Frankreich und Großbritannien mit 61,7 beziehungsweise 47,1 Millionen Euro (VDMA 2014).

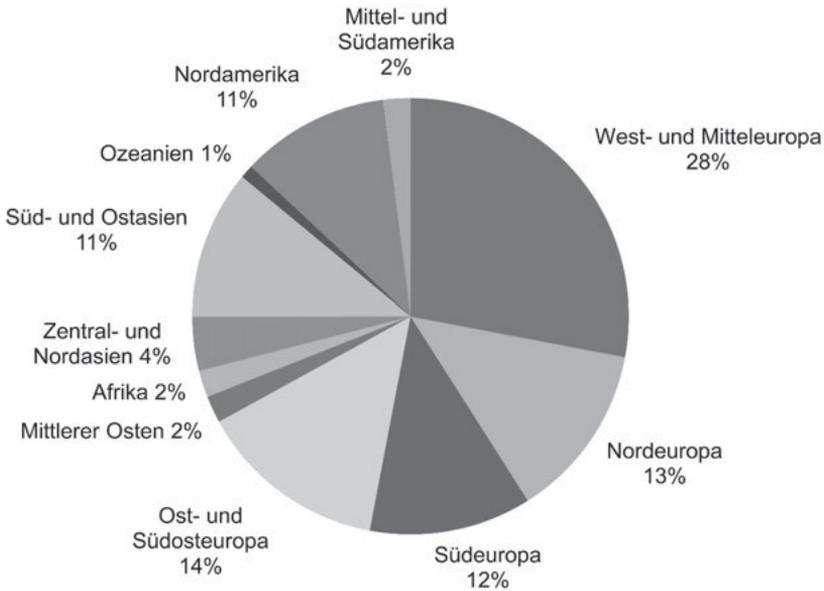


Abbildung 2: Anteil verschiedener Zielregionen an den Exporten deutscher Wassertechnologieanbieter im Jahr 2005 (Quelle: UN-Comtrade, Analyse: Fraunhofer ISI)

Wie leistungsfähig sind deutsche Unternehmen?

Wie leistungsfähig deutsche Unternehmen sind, lässt sich jedoch nicht allein aus der Außenhandelsposition und aus der Marktstruktur erschließen; die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit hängt auch von der Innovationsfähigkeit der Unternehmen ab.

Welche Technologien sind relevant?

Als Grundlage, die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit deutscher Anbieter von Wasser- und Abwassertechnik differenziert zu untersuchen, diente eine Systeme-

matik, die einer Reihe von Kriterien Rechnung trägt: Erstens umfasst sie nahezu alle technischen Funktionen, die den Wassertechnologien zuzuordnen sind. Dazu gehören unbedingt die Förderung, Behandlung und Aufbereitung von Rohwässern verschiedener Herkunft, der Transport dieser Wässer zu den Verbrauchern sowie der Abtransport und die Behandlung des im Zuge der Wassernutzung entstehenden Abwassers. Zweitens berücksichtigt die Systematik Aspekte der Nachhaltigkeit. Denn aufseiten des Abwassers sind die Anforderungen an die Qualität der Abwasserreinigung gestiegen. Das hat schon in der Vergangenheit dazu geführt, die Umweltbelastung zu verringern und damit die ökologische Nachhaltigkeit zu steigern. Umgekehrt waren auch die Wasserversorger stets bestrebt, qualitativ hochwertiges Wasser bereitzustellen, das die menschliche Gesundheit und die Natur nicht schädigt.

Weiterhin bedingt Nachhaltigkeit, dass Wasser möglichst effizient zu nutzen ist. Das heißt, bestimmte Funktionen sind mit möglichst geringem Verbrauch zu erfüllen. Auch die mehrfache Nutzung von Wasser, das Recycling, auf gleichem oder sinkendem Qualitätsniveau (*Downcycling*) trägt dazu bei, die Nutzungseffizienz zu erhöhen und zugleich die Ressource Wasser zu schonen. Außerdem bedingt die Mehrfachnutzung von Wasser im Zuge des *Re-* oder *Downcycling*, dass Wasser in kleinen Kreisläufen zu führen und entsprechend semi- oder dezentral zu behandeln ist. Zudem sollten auch Chemikalien und Energie für die Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung effizient genutzt werden.

Wird dies alles berücksichtigt, ergibt sich die folgende Charakterisierung wasserwirtschaftlich relevanter und nachhaltiger Technologiebereiche:

- Die Wasserversorgung und -aufbereitung umfasst sowohl die Förderung und Aufbereitung von Rohwasser – in diesem Fall inklusive Meerwasser – als auch dessen Verteilung an private und gewerbliche Verbraucher, das heißt auch an die Industrie und Landwirtschaft. Insofern sind auch Technologien für die physikalisch-chemische Behandlung von Rohwasser hinzuzuzählen. Diese speziellen Technologiekomponenten leisten den Beitrag zur Nachhaltigkeit nicht als solche, sondern nur als Bestandteile eines sozio-technischen Systems, das die Nutzer mit sauberem, gesundheitlich unbedenklichem Wasser zu akzeptablen Kosten versorgt.
- Die Effizienz der Wassernutzung zu steigern, ist neben der Verringerung des Stoffeintrages ein entscheidendes Element eines pro-aktiven Wassermanagements, das die Herausforderung der Versorgung mit ausreichenden Mengen qualitativ hochwertigen Wassers nicht allein auf die Angebotsseite beschränkt. Das betrifft Haushaltsgeräte und -armaturen ebenso wie Bewässerungstechnologien in der Landwirtschaft oder Technologien der Feuerbekämpfung.

- Wasserverteilung und Kanalisation sind integrale Bestandteile einer zentralen Wasser- oder Abwasserinfrastruktur. Diese besteht technisch gesehen vor allem aus Pumpen, Schiebern, Rohren und Behältern. Unter bestimmten Umständen können auch Druck- oder Vakuumkanalisationen vorteilhaft zum Einsatz kommen. Nachhaltigkeit entsteht dann im Kontext einer Gesamtinfrastruktur, die es erlaubt, die Menschen mit gesundheitlich unbedenklichem Wasser zu versorgen und die durch Zuführung des Abwassers zu zentralen Kläranlagen verhindert, dass die Umwelt beeinträchtigt wird. In jedem Fall erfordern weitläufige Rohr- und Kanalsysteme einen hohen Investitions- und Erhaltungsaufwand, den neuere Entwicklungen bei der In-situ-Überwachung und grabenlosen Reparatur jedoch deutlich reduzieren können.
- Nach der Abwasserreinigung kann das Wasser gefahrlos in die Umwelt abgeleitet oder wiederverwertet werden. Innovationen in diesem Bereich zielen darauf ab, möglichst wenig Chemikalien und Energie dafür aufzuwenden. Auch die Entsorgung des anfallenden Klärschlammes fällt hier hinein.
- Aus Sicht der Nachhaltigkeit ist ein dezentrales Wassermanagement ein wichtiger Ansatzpunkt, da es in vielen Fällen erlaubt, Wasserströme effizienter zu behandeln und Kreisläufe zu verkleinern oder sogar zu schließen. Auch beim Recycling spielt meist ein dezentrales Wassermanagement eine große Rolle. Hier geht es um leistungsfähige Kleinkläranlagen, Anlagen für das Recycling von Grau- und Prozesswasser sowie eine für den modularen Aufbau geeignete Membranfiltration.

Entsprechend dieser Überlegungen wurden die Wassertechnologien für unsere Erkundungen neu zusammengesetzt. Daraus ergab sich für den Welthandel die folgende Marktübersicht (Abbildung 3).

Wie dynamisch sind Innovationen?

Die Innovationsdynamik liefert erste Hinweise auf die Bedeutung der technischen Leistungsfähigkeit der Branche. Sie lässt sich in erster Näherung über die relative Zunahme der Patentanmeldungen innerhalb eines Technologiebereiches auf nationaler und internationaler Ebene erschließen. Allerdings ist dabei mit zu bedenken, dass besonders für kleine und mittlere Unternehmen der Aufwand nicht immer lohnt, ihre Erfindungen durch Patente zu schützen.

Im Vergleich zur allgemeinen Entwicklung der Patentanmeldungen, für die in der Zeit von 1991 bis 2007 ein Anstieg auf 262 Prozent des Ausgangswertes zu verzeichnen ist, ergibt sich für die hier behandelten wasserwirtschaftlich relevanten Technologiebereiche ein recht heterogenes Bild (Abbildung 4): Die Was-

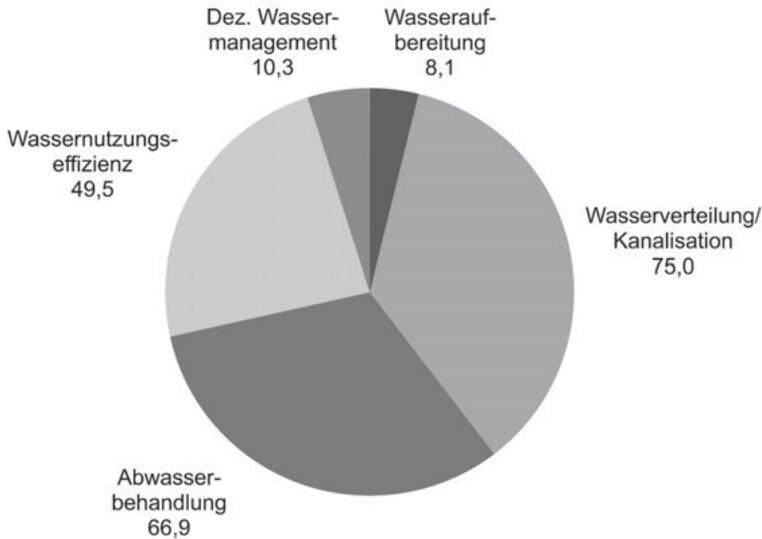


Abbildung 3: *Volumen des Welthandels in verschiedenen Bereichen der Wasserwirtschaft im Jahr 2009 (in Mrd. Euro)* (Quelle: UN-Comtrade, Analyse: Fraunhofer ISI)

Wassernutzungseffizienz mit 332 Prozent und das dezentrale Wassermanagement mit 287 Prozent liegen zum Beispiel deutlich über der allgemeinen Entwicklung der Patentanmeldungen. Letztere hat sich vor allem in den 1990er-Jahren deutlich überdurchschnittlich entwickelt, ist dann jedoch bis 2007 vorübergehend stark abgeschwächt. Die Wasseraufbereitung dagegen fiel ähnlich wie die Wasserverteilung und Kanalisation nach anfänglich positiver Entwicklung hinter die allgemeine Entwicklung der Patentanmeldungen zurück. Beide konnten aber insgesamt bis 2007 mit 171 und 166 Prozent einen positiven Trend halten. Allein für die Abwasserreinigung war über den gesamten Beobachtungszeitraum keine signifikante Veränderung zu verzeichnen.¹

1 Zwischenzeitlich hat das Fraunhofer ISI im Bericht Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserwirtschaft an das Büro für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages (Deutscher Bundestag 2014) aktualisierte Zahlen bis 2010 vorgelegt, die die dargestellten Tendenzen in allen Fällen bestätigen.

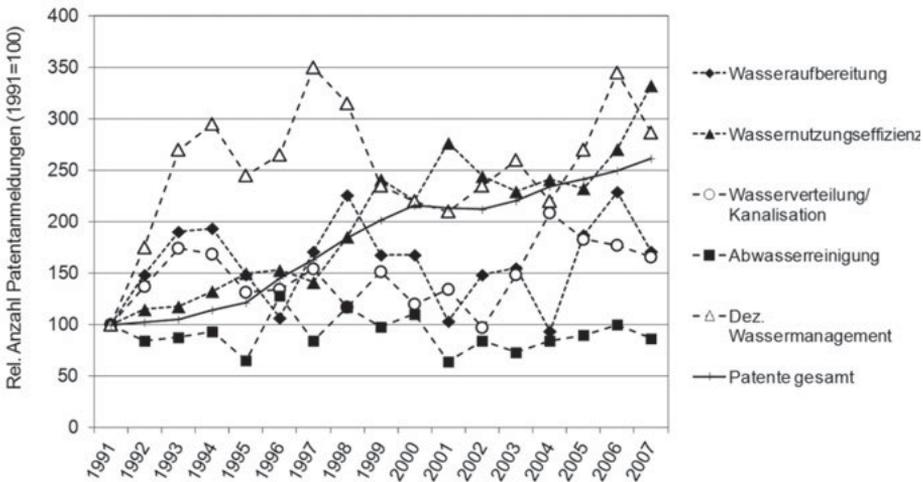


Abbildung 4: Entwicklung der deutschen Patentanmeldungen in verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft von 1991 bis 2007 (Gesamtzahl der Anmeldungen zum Vergleich)

(Quelle: PATSTAT, Analyse: Fraunhofer ISI)

Die deutschen Patentanmeldungen haben sich ähnlich entwickelt wie die Anmeldungen weltweit, es gibt aber auch markante Unterschiede: Ähnlich sind die Entwicklungen bei der Wasserverteilung und Kanalisation sowie bei den Gesamtzahlen. Anders bei der Wassernutzungseffizienz: Dies ist der einzige Bereich, in dem die Dynamik in Deutschland über weite Strecken stärker ausgeprägt ist als weltweit. Das galt bis zum Jahr 2000 auch für das dezentrale Wassermanagement; danach war ein deutlicher Anstieg vor allem außerhalb Deutschlands zu verzeichnen. Die Ursache für diese nationalen und internationalen Unterschiede liegt vermutlich darin, dass die deutsche Politik in den 1990er-Jahren die Erforschung und Entwicklung dezentraler wasserwirtschaftlicher Lösungsansätze stark gefördert hat, besonders in Nordrhein-Westfalen, dies aber danach nicht weitergeführt wurde, weil vor allem im Inland die Nachfrage ausblieb.

Auch die Wasseraufbereitung und die Abwasserreinigung in Deutschland können nicht mit der allgemeinen Entwicklung weltweit Schritt halten: Diese sind mit 193 beziehungsweise 174 Prozent deutlich gestiegen, während zum Beispiel die Abwasserreinigung in Deutschland stagniert. Das lässt sich teils dadurch erklären, dass die Betreiber von Kläranlagen Weiterentwicklungen oft selbst durchführen oder veranlassen und der Patentschutz auf bestehende technische Einrichtungen beziehungsweise Verfahren in diesem Zusammenhang als eine Einschränkung der Experimentiermöglichkeiten angesehen wird. Die wassertechni-

sche Industrie wiederum ist auf den Patentschutz nicht so sehr angewiesen, weil bei einem weniger wettbewerbsintensiven Inlandsmarkt ausländische Märkte nicht so sehr im Fokus stehen. Außerdem gehen nach eigenen Erkenntnissen einige einschlägige Technikanbieter davon aus, dass sich verfahrenstechnische Innovationen schwer kopieren lassen und daher der Vorteil des Patentschutzes den meist sehr hohen Aufwand dafür nicht aufwiegt.

Um die technische Leistungsfähigkeit Deutschlands bei wasserwirtschaftlich relevanten Technologien differenzierter mit derjenigen anderer Länder zu vergleichen und so mögliche Wettbewerber zu identifizieren, wurden zunächst die Anteile aller relevanten Länder an der Gesamtzahl aller Patentanmeldungen in den untersuchten Bereichen ermittelt. Die Ergebnisse zeigen, dass die deutsche Industrie zusammen mit ihren US-amerikanischen und japanischen Konkurrenten in allen wasserwirtschaftlichen Technologiebereichen für mindestens die Hälfte aller Patentanmeldungen verantwortlich zeichnet (Abbildung 5). Dies entspricht in etwa dem Bild, das sich auch für die Gesamtheit aller Patentanmeldungen ergibt, wonach die USA einen Anteil von 30 Prozent und Deutschland und Japan Anteile von 16 und 17 Prozent geltend machen. Gemessen am Anteil aller Patentanmeldungen ergibt sich für Deutschland im Wasserbereich eine herausragende Position vor allem bei der Wassernutzungseffizienz und Wasserverteilung/Kanalisation. Bemerkenswert ist angesichts der hier nicht relevanten Innovationsdynamik, dass die Abwasserreinigung nur leicht unterdurchschnittlich abschneidet. Japan dagegen hat in den Bereichen Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung und dezentrales Wassermanagement offenbar Vorteile gegenüber Deutschland, fällt aber bei der Wassernutzungseffizienz und Wasserverteilung/Kanalisation deutlich ab. In den Technologiefeldern Wasseraufbereitung und Wassernutzungseffizienz haben dagegen die USA deutliche Vorteile.²

2 Vom Fraunhofer ISI dargestellte Patentanmeldungszahlen bis 2010 (Deutscher Bundestag 2014) deuten an, dass sich von 2007 bis 2010 hinsichtlich der Bedeutung der deutschen Wasserwirtschaft gegenüber den vorliegenden Darstellungen keinerlei relevante Veränderungen ergeben haben. Dagegen haben die USA in dieser Periode insgesamt deutlich und in den Wassertechnologien leicht an Bedeutung eingebüßt und Japan an Bedeutung deutlich hinzugewonnen. Ebenfalls deutlich hinzugewonnen haben, wenngleich auf niedrigerem Niveau, Südkorea und China, wogegen vor allem Großbritannien Anteile verloren hat.

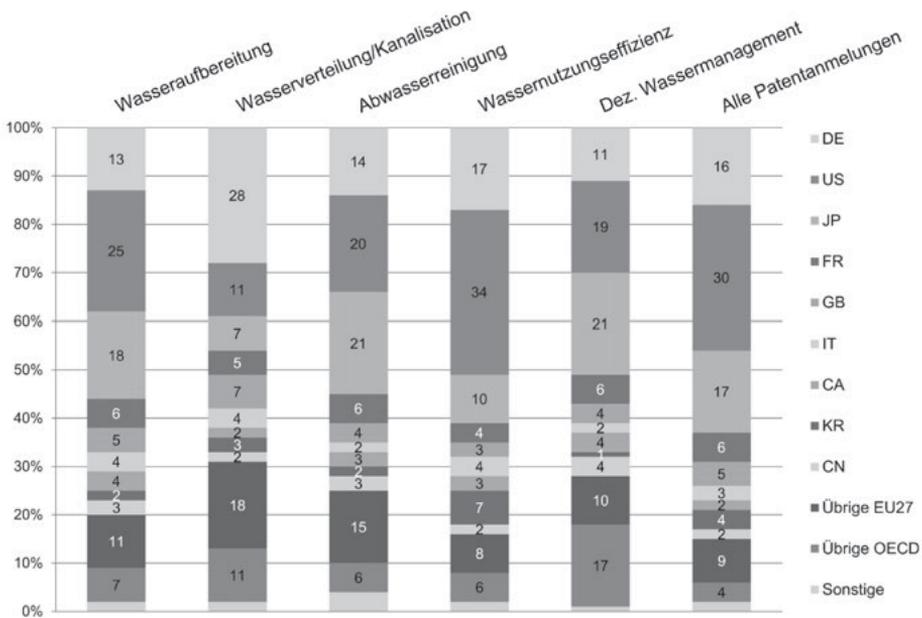


Abbildung 5: Internationaler Vergleich der nationalen Anteile an der Gesamtheit der Patentanmeldungen in verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft (Anmeldungen von 2003 bis 2007 in Prozent; Gesamtzahl der Anmeldungen zum Vergleich)

(Quelle: PATSTAT, Analyse: Fraunhofer ISI)

Außer den USA, Deutschland und Japan sind auch Frankreich und Großbritannien wichtige Patentanmelder. Sie sind ebenfalls über die gesamte Bandbreite wasserwirtschaftlicher Technologien präsent. Leichte Schwerpunkte ergeben sich im Bereich Abwasserreinigung für Frankreich sowie Wasserverteilung/Kanalisation für Großbritannien. Schließlich gibt es eine Reihe von Ländern, die nennenswerte Patentanteile in einzelnen Bereichen aufweisen: etwa Italien hinsichtlich der Wassernutzungseffizienz und Wasserverteilung/Kanalisation, China im dezentralen Wassermanagement, Kanada in der Wasseraufbereitung und im dezentralen Wassermanagement sowie Südkorea bei der Wassernutzungseffizienz. Zu beachten ist schließlich noch der relativ hohe Anteil der Patentanmeldungen, der in den Bereichen Wasserverteilung/Kanalisation, Abwasserreinigung und dezentrales Wassermanagement auf die übrigen Länder der *Europäischen Union* sowie den Rest der Welt zurückgeht.

Es ist jedoch schwierig, die technische Leistungsfähigkeit anhand der absoluten Patentanteile zu bewerten, weil die Zahl der Patentanmeldungen mit der

absoluten Größe der Volkswirtschaften und wirtschaftlichen Sektoren einhergeht. Große Länder beziehungsweise Sektoren weisen »automatisch« hohe Patentanteile auf. Um diesen Effekt auszuschalten, haben Grupp (1997) und Legler (2003, 2007) den sogenannten relativen Patentanteil (RPA) als Maß für die technische Performance vor allem kleiner Länder vorgeschlagen. Dieser Index setzt den Anteil der in einem bestimmten Technikbereich angemeldeten Patente in einem Land in Relation zu dem Anteil, der weltweit auf diesen Bereich entfällt. Die technische Performance gilt dann als überdurchschnittlich, wenn der landesspezifische Anteil deutlich größer ist als der weltweite und der daraus berechnete RPA-Wert größer ist als 15. Eine deutliche Überlegenheit geht mit einem RPA größer als 50 einher; mehr als 100 ist nicht erreichbar. Ein neutraler (gleich 0) oder negativer RPA weisen darauf hin, dass der Spezialisierungsgrad in einem Land genauso hoch wie beziehungsweise geringer ist als der weltweite Durchschnitt.

Erwartungsgemäß belegen hinsichtlich der Patentspezialisierung andere Länder Spitzenpositionen als bei den absoluten Patentanteilen (Abbildung 6). Vor allem Kanada weist in allen wasserwirtschaftlich relevanten Technologiebereichen außer der Wasserverteilung/Kanalisation eine überdurchschnittliche, größtenteils sogar eine herausragende Leistungsfähigkeit auf. China hat sich in den Bereichen Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung und vor allem im dezentralen Wassermanagement spezialisiert und Italien ist besonders stark bei der Wassernutzungseffizienz sowie Wasserverteilung/Kanalisation. Großbritannien und Südkorea haben sich jeweils auf einen Bereich deutlich spezialisiert: Großbritannien auf die Wasserverteilung/Kanalisation, Südkorea auf die Nutzungseffizienz. Von den großen Drei – USA, Deutschland und Japan – sticht die deutsche Industrie im Bereich Wasserverteilung/Kanalisation mit einem deutlichen Spezialisierungsvorteil hervor. Japan ist weniger stark spezialisiert, aber in den zwei Bereichen Abwasserreinigung und dezentrales Wassermanagement dennoch gut aufgestellt. Die USA und Frankreich können trotz ihres vergleichsweise hohen Patentanteils dagegen in keinem Technologiebereich mit einem besonderen Spezialisierungsvorteil aufwarten.

Alle bisherigen Angaben zu den absoluten und relativen Patentanteilen beziehen sich auf Patentanmeldungen aus den Jahren 2003 bis 2007. Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit denen aus der früheren Fünfjahresperiode von 1995 bis 1999 zeigt, dass sich die deutsche Position deutlich verschlechtert hat. Bis auf die Mess-Steuer-Regeltechnik sind die relativen Patentanteile in allen Bereichen zurückgegangen: Von ehemals fünf Bereichen mit positivem RPA können nur zwei diese Position weiterhin behaupten. Diese »Entspezialisierung« liegt in allen Fällen deutlicher RPA-Rückgänge ($\Delta RPA \geq 20$) nicht daran, dass der Anteil der

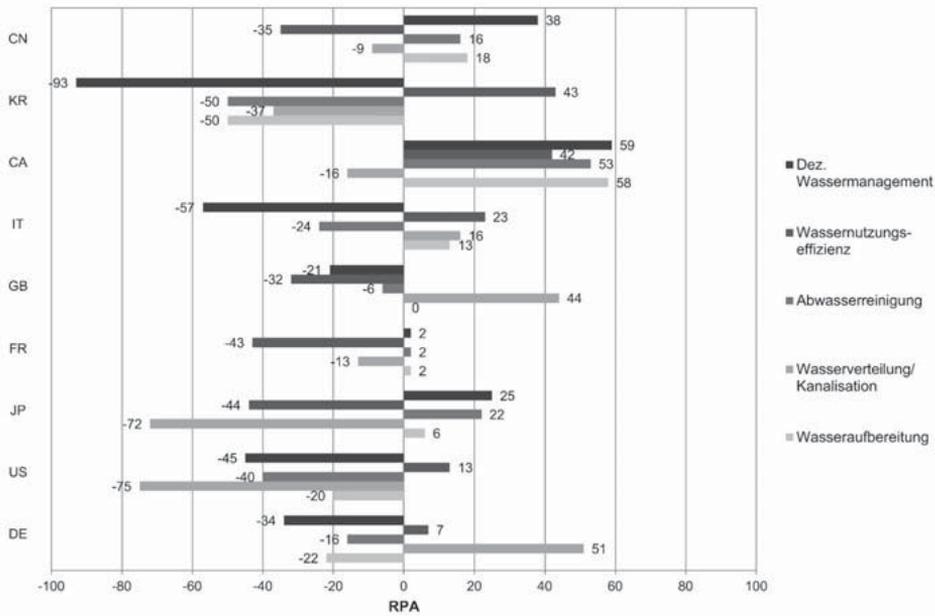


Abbildung 6: RPA-Werte wichtiger Exportnationen in verschiedenen Teilbereichen wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (Anmeldungen von 2003 bis 2007 aggregiert) (Quelle: PATSTAT, Analyse: Fraunhofer ISI)

Patentanmeldungen im jeweiligen Technikbereich weltweit überproportional zugenommen hat; vielmehr hat dieser Anteil in Deutschland überproportional abgenommen. Das heißt, Deutschland hat *andere* Präferenzen gesetzt.

Wo stehen deutsche Anbieter heute?

Im Rahmen des Projektes »Wasser 2050« wurde untersucht, wie wettbewerbsfähig die deutsche Industrie auf dem internationalen Markt für nachhaltige, wasserwirtschaftliche Technologielösungen ist. Die dafür eingesetzten Methoden setzen an unterschiedlichen Aspekten an und haben zeitlich gesehen unterschiedliche Reichweiten. Der Welthandelsanteil und der sogenannte RCA-Index beziehen sich als Außenhandelsindikatoren auf die Wettbewerbsfähigkeit in der *Gegenwart*. Der RCA ist dabei ein Maß für den anhand von Außenhandelsdaten nachgewiesenen Vorteil eines Landes bezogen auf ein einzelnes Gut oder eine einzelne Gütergruppe. Er entspricht dem RPA und zielt auf die Spezialisierung eines Landes im Welthandel ab (zum Beispiel Sartorius 2008). Absolute und relative Patentanteile spiegeln die technische Leistungsfähigkeit als Grundlage für Innovativität und die *zukünftige* Wettbewerbsfähigkeit. Die Marktstruktur wirkt sich schließlich auf

die Fähigkeit aus, sich *heute* Zugang zu schwerer zugänglichen Märkten zu verschaffen. Andererseits determiniert die Marktstruktur auch die Innovativität und damit wiederum die Wettbewerbsfähigkeit von *morgen*.

Im Vergleich zu der Expertenbefragung von Schippl et al. (2009) mit einer Zeitperspektive von 2020 ist der Ausblick des Projektes »Wasser 2050« deutlich länger. Zudem geht »Wasser 2050« mehr ins Detail. Denn die Wassertechnologien stellen bei Schippl et al. (2009) nur einen von mehreren Umwelttechnologiebereichen dar und wurden daher zwangsläufig etwas grober bewertet. Dennoch stimmen die Bewertungen der relativ vielen Aspekte der Wasserversorgung, Wassernutzung und Abwassernutzung beider Studien größtenteils überein. Unterschiede bestehen vor allem darin, dass die »Wasser 2050«-Befragung ausdrücklich auch das Thema Wasserwiederverwertung behandelt. Während die Studie von Schippl et al. eher auf die Kanalüberwachung abhebt, berücksichtigt »Wasser 2050« stärker den Kanalbau.

Tabelle 2 liefert einen Überblick über die Analyse der Außenhandelszahlen und der aktuellen Wettbewerbssituation. Diesen Daten zufolge ist die *aktuelle Wettbewerbssituation* Deutschlands auf den internationalen Märkten in allen untersuchten Technologiebereichen gut bis sehr gut. Das gilt sowohl für den Welt-handelsanteil als auch für den Spezialisierungsindikator RCA, der eher kleine Exportnationen bevorzugt. Wenn Deutschland trotz seiner Größe so gut abschneidet, dann weist dies umso mehr seine internationale Wettbewerbsfähigkeit aus. Die wichtigsten Konkurrenten über alle Technikbereiche hinweg sind die USA, Italien und China. Darüber hinaus nimmt Japan eine starke Position bei Wasser-vertei-lung/Kanalisation und dezentralem Wassermanagement und Südkorea bei der Wassernutzungseffizienz ein. Frankreich tritt erstaunlicherweise in keinem einzigen Technikbereich besonders in Erscheinung – trotz seines guten Rufes als erfolgreicher Akquisiteur großer Wasser- und Abwasserprojekte in Schwellen- und Entwicklungsländern. Das mag darin begründet sein, dass Frankreichs Beitrag eher operativer und koordinativer als technischer Natur ist.³

3 Bis auf eine Ausnahme werden die angegebenen Befunde vom Fraunhofer ISI (Deutscher Bundestag 2014) auf der Basis von Außenhandelszahlen aus dem Jahr 2011 bestätigt: China ist zwischenzeitlich zum zweitstärksten Exporteur von Wassertechnologie avanciert.

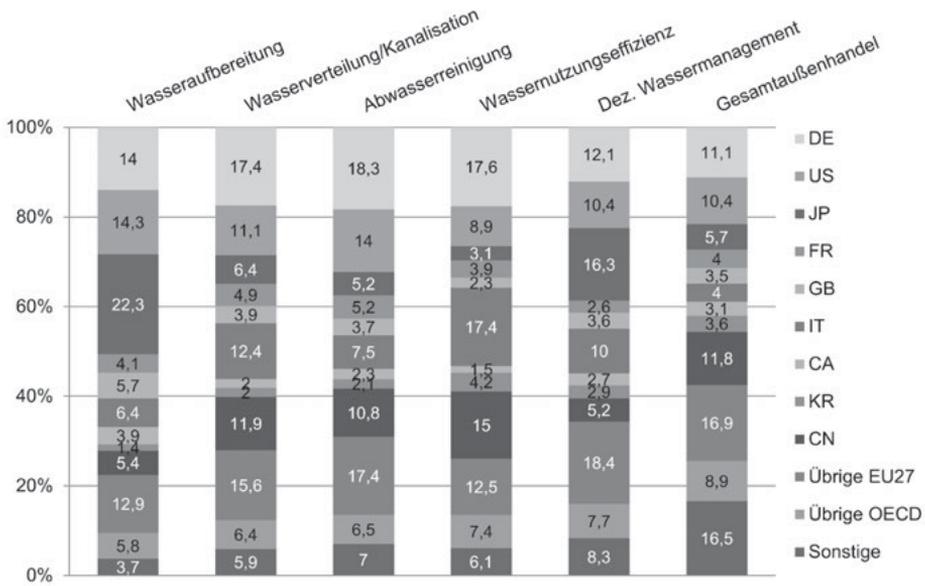


Abbildung 7: Anteile verschiedener Nationen am Außenhandel in verschiedenen Bereichen der Wasserwirtschaft und im Welthandel insgesamt (in % im Jahr 2009)

(Quelle: UN-Comtrade, Analyse: Fraunhofer ISI)

Tabelle 2 fasst alle aufgeführten Befunde hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen zusammen. Angesichts der Außenhandelsdaten ist die aktuelle Wettbewerbssituation der deutschen Wassertechnologieanbieter sehr gut. Hinsichtlich der technischen Leistungsfähigkeit und den daraus resultierenden Perspektiven für die *zukünftige Wettbewerbsfähigkeit* ist die Position der deutschen Industrie deutlich heterogener. Die Wassernutzungseffizienz sowie die Wasserverteilung/Kanalisation schneiden auch bei den Patentanmeldungen gut beziehungsweise sehr gut ab, Abwasserreinigung und dezentrales Wassermanagement sind durchschnittlich. Bei der Wasseraufbereitung und Mess-Steuer-Regeltechnik gerät die deutsche Industrie dagegen leicht ins Hintertreffen. Als wichtige Konkurrenten treten hier wieder die USA, Japan und Italien in Erscheinung, außerdem in einzelnen Bereichen Südkorea, Großbritannien, Frankreich und die Niederlande. Besonders bemerkenswert ist das starke Auftreten Kanadas, das mit seinen Patentanmeldungen in nicht weniger als fünf der sechs Technikbereiche hervortritt. Offensichtlich ist die Wasserwirtschaft dort ein Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Insofern dürfte es nur eine Frage der Zeit sein, bis sich diese Anstrengungen auch in entsprechend großen Außenhandelserfolgen niederschlagen.

Indikator	Technikbereiche						Referenz
	Wasseraufbereitung	Wassernutzungseffizienz	Wasser- verteilung/ Kanalisation	Abwasser- reinigung	Dez. Wasser- management		
Innovationsdynamik (Index 2007, Abbildung 1) (Vergleich DE-Welt)	171 0	332 +	166 -	87 -	287 -	262 *	
Patentanteil DE (2003–2007, Abbildung 4)	13	17	29	14	11	16	
RPA DE (2003–2007, Abbildung 5)	-22	18	53	-1	-13	0	
Welthandelsanteil (2009, Abbildung 6)	14	18	17	18	12	11	
RCA (2005, Sartorius 2008)	85	61	58	35	60	0	
»Patentkonzentration« (Patentanteil der drei stärksten Anmelder, Sartorius 2008)	11	31	23	7	19	22	
Wichtige internationale Konkurrenten – gemäß Patente – gemäß Außenhandel	US, JP, CA, CN US, GB, IT	US, KR, CA, IT IT, CN, US	GB, IT US, IT, CN	US, JP, CA US, CN, IT	US, JP, CA, CN US, JP, IT		

*Referenz in diesem Fall ist der jeweilige Index für die Welt im Jahr 2007

Bewertungen: >> Referenz > Referenz ≈ Referenz < Referenz

Tabelle 2: Vergleich der wasserwirtschaftlich relevanten Technikbereiche hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen anhand zuvor ermittelter Indikatoren (eigene Darstellung)

Alles in allem ergibt sich folgendes Bild: Die Wassernutzungseffizienz als wesentlicher Aspekt der Nachhaltigkeit und auch die Wasserverteilung/Kanalisation, die eher für die traditionelle oder zumindest für eine ökonomisch wenig nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft stehen, sind Technikbereiche mit einem bedeutenden Potenzial für die deutsche Industrie. Es gibt zwar Konkurrenten, diese können aber aller Voraussicht nach in Schach gehalten werden. In den Bereichen Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung sind die Unternehmen in Deutschland gleichmäßig verteilt, was sich in einer sehr geringen Innovationsdynamik niederschlägt, die wiederum auf eine, gemessen am RPA, sowieso schon durchschnittliche bis schlechte technische Leistungsfähigkeit trifft. Insofern sieht die Zukunftsperspektive deutscher Unternehmen in den betroffenen Bereichen insgesamt eher schlecht aus. Zwar könnte die Innovationsdynamik auch deswegen so gering ausfallen, weil in Deutschland – trotz des vorhandenen Fachwissens – gerade in diesen Bereichen die Tendenz zur Patentierung generell geringer ist. Trotzdem wirkt sich dieses Defizit negativ aus, weil deutsche Produkte im Ausland so keinen Know-how-Schutz genießen.

Beim dezentralen Wassermanagement schließlich gilt es, vorhandene negative Aspekte so zu beeinflussen, dass die ebenfalls vorhandenen positiven Aspekte auch wirklich zum Tragen kommen. Kann Deutschland an die sehr gute Innovationsdynamik der 1990er-Jahre anschließen, dann kann sich die technische Leistungsfähigkeit wieder verbessern und die gegenwärtige gute Außenhandelsposition auf Dauer gehalten werden.

Der Blick nach vorn

Mit einer Delphi-Befragung hat das Fraunhofer ISI im Projekt »Wasser 2050« ermittelt, mit welchen technischen und organisatorischen Innovationen die Wasser- und Abwasserwirtschaft weltweit die großen Herausforderungen bewältigen könnte (Sartorius & Klobasa 2008). Angesichts eines Zeithorizontes bis zum Jahr 2050 stehen dabei weniger einzelne, schrittweise Verbesserungen innerhalb der bestehenden Infrastruktursysteme im Fokus des Interesses. Im Bewusstsein, dass nicht nur zwischen Wasserver- und Abwasserentsorgung viele Wechselwirkungen bestehen, sondern auch im Verhältnis zu anderen Ver- und Entsorgungssektoren wie beispielsweise Energie oder Abfall, geht es vielmehr darum, nachhaltige Systeminnovationen zu identifizieren, die diesem Zusammenspiel Rechnung tragen und dabei auch unterschiedliche wirtschaftliche, institutionelle und soziale Rahmenbedingungen berücksichtigen. Der nachhaltige Charakter

dieser Systemlösungen kommt unter anderem darin zum Ausdruck, dass deren längerfristige ökonomische und ökologische Folgen betrachtet werden:

- die Ressourcenschonung bei der Wassergewinnung, wobei nicht nur die Inanspruchnahme des Wasserdangebotes, sondern auch andere Ressourcen zu berücksichtigen sind, zum Beispiel Energie;
- die an die jeweiligen Nutzungszwecke angepasste, differenzierte Aufbereitung des Rohwassers, etwa zur Bewässerung;
- die Effizienz der Wassernutzung, das heißt, den größtmöglichen Nutzen aus einer gegebenen Menge Wasser für einen vorgegebenen Verwendungszweck zu erzielen;
- die Mehrfachnutzung einer gegebenen Wassermenge, gegebenenfalls nach einer Teil- beziehungsweise Zwischenreinigung für den gleichen Verwendungszweck oder im Sinne einer Kaskadennutzung auf abnehmenden Reinheitsniveaus;
- das Vermeiden oder Wiedernutzen von Nebenprodukten der Abwasserentsorgung oder -behandlung, zum Beispiel im Fall von Wärme oder Phosphat;
- das Steigern der Zuverlässigkeit und Sicherheit von Systemen zur Wasserver- und Abwasserentsorgung durch fehlerresistente beziehungsweise -tolerante Mess-, Steuer- und Regeltechnik oder durch die Reduzierung von Eingriffsmöglichkeiten und -wirkung
- sowie die Erhöhung der Anpassungsfähigkeit von Wasser- und Abwasserinfrastrukturen durch Änderungen hinsichtlich ihrer Langlebigkeit und räumlichen und funktionellen Flexibilität.

Sind die relevanten nachhaltigen wasserwirtschaftlichen Systemlösungen auf der Grundlage der Delphi-Umfrage identifiziert, lässt sich sagen, ob deutsche Unternehmen als wettbewerbsfähige Anbieter für diese Technologien infrage kommen.

Genutzte Expertise

In der Befragung wurden 543 Expertinnen und Experten befragt, davon 116 aus dem Ausland. Insgesamt wurden in der ersten Runde 122 Fragebögen beantwortet zurückgesendet, davon 16 aus dem Ausland, also 13,2 Prozent. Die Gesamtrücklaufquote (Basis = 522 Fragebögen) liegt damit bei 23,4 Prozent. In der zweiten Runde wurden die Befragten mit den Ergebnissen der ersten Runde konfrontiert und erhielten Gelegenheit, ihre eigenen Einschätzungen vor dem Hintergrund der Voten aller Experten gegebenenfalls zu revidieren. Damit konnten Teilnehmende eigene eventuell nicht eindeutige Voten an andere Voten annähern. In dieser zweiten Runde wurden insgesamt 110 Fragebögen an den deutschsprachigen Kreis

der antwortenden Experten der ersten Runde versendet, davon kamen 73 zurück. Das entspricht einer Rücklaufquote von 66 Prozent. Da unabhängig vom jeweiligen Fachgebiet an alle Fachleute einheitliche Fragebögen geschickt wurden, wurden die Teilnehmer gebeten, ihre Fachkenntnis als »hoch«, »mittel« oder »fachfremd« einzuschätzen. Bei der zusammenfassenden Auswertung wurden die Antworten entsprechend dieser Einschätzung gewichtet. Dabei wurden die Antworten von Experten mit hoher Fachkenntnis mit dem Faktor 1 belegt, die von Experten mit mittlerem Fachwissen mit dem Faktor 0,5 und diejenigen von Fachfremden mit dem Faktor 0,25. Dabei wurden alle Personen, die in den Fragebögen ihre Bewertungen abgegeben haben, generell als Experten bezeichnet, unabhängig davon, ob ihre tatsächliche Fachkenntnis in der jeweiligen These hoch, mittel oder gering war.

Ergebnisse: Versorgung mit Wasser

Wassergewinnung und -aufbereitung

Wasser wiederzunutzen ist ein Kernelement nachhaltiger Systeminnovationen, die im Zentrum der Befragung stehen. Es zeigt sich, dass bei der Wasserversorgung von Haushalten dezentrale und semizentrale Anlagen zur Regenwasseraufbereitung (T2*) sowie von Grauwasser (T3*) großes Marktpotenzial haben. Auch für die weitergehende Behandlung von Regen- und Grauwasser (T4) bis hin zur Trinkwasserqualität vermuten die befragten Experten ein mittleres bis großes Marktpotenzial bei kurz- bis mittelfristigen Realisierungszeiträumen. Für diese Technologien erwarten die Studienteilnehmer ebenfalls, dass Deutschland neben anderen europäischen Ländern die Führerschaft einnehmen wird – eine Einschätzung, die auch Störmer et al. (2010) teilen. Bei der weitergehenden Wasseraufbereitung spielen darüber hinaus auch Nordamerika und Südostasien eine Rolle. Auch für Technologien, um Trinkwasser aus der Luft zu gewinnen (T1) oder um wasserautarke Häuser zu entwickeln (T5*), wird Deutschland die Technologieführerschaft zugesprochen. Allerdings ist hier langfristig nur mit einem kleinen Marktpotenzial zu rechnen.

Meerwasserentsalzung

Neben Regen- und Grauwasser als Wasserressource wird in zunehmendem Maße auch entsalztes Meerwasser genutzt, um private Haushalte, Industrie und Landwirtschaft zu versorgen. Entsprechende Anlagen werden heute meist im großtechnischen Maßstab betrieben. Für die Zukunft ordnen die Studienteilnehmer dagegen semizentralen *Kompaktanlagen* ein mittleres bis großes Marktpotenzial

zu (T7+), das kurz- bis mittelfristig umgesetzt werden kann. Für diese Technologie schätzen zumindest die deutschen Experten, dass besonders Deutschland Technologieführer wird. Daneben sind auch andere europäische Staaten und Nordamerika von Bedeutung. Ebenso kommt nach Einschätzung der Befragten auch Meerwasserentsalzungsanlagen mit Niedertemperatur-Vakuum-Verdampfung unter Nutzung von Abwärme (T6+) kurz- bis mittelfristig ein großes Marktpotenzial zu. Allerdings nehmen hier andere europäische Länder vor Deutschland, aber auch Nordamerika die Rolle des Technologieführers ein. Für die Entwicklung von abwasserfreien Meerwasserentsalzungsanlagen (T7) sowie für die Meerwasserentsalzung auf Basis regenerativer Energieträger (T6) wird ein großes bis mittleres Marktpotenzial erwartet, das mittel- bis langfristig realisierbar ist. Allerdings sehen die Experten auch hier andere europäische Länder vor Deutschland und Nordamerika als wahrscheinliche Technologieführer.

Grundwasser

Neben den genannten Rohwasserquellen ist auch Grundwasser weiterhin eine wichtige konventionelle Ressource, um Trinkwasser zu gewinnen. Wo das geschieht, sind oft die Übernutzung der Reservoirs oder die Verunreinigung der Grundwasserleiter massive Probleme. Der Einsatz direktanzeigender (Online-) Messsysteme (T8) und der In-situ-Einsatz von reaktiven Materialien (T9) sowie von flexiblen Kombinationen unterschiedlicher technischer Verfahren, um schadstoffbelastete Grundwässer gezielt zu behandeln (T10*), ließe sich laut der Experten kurz- bis mittelfristig umsetzen. Während allerdings der Markt der direkt anzeigenden Online-Messsysteme eher als klein bis mittelgroß eingeschätzt wird, wird er beim In-situ-Einsatz reaktiver Materialien und bei den Verfahrenskombinationen zumindest als mittel, teilweise auch als mittel bis groß bewertet. Die deutschen Experten erwarten, dass Deutschland in allen drei Bereichen eine Spitzenposition einnehmen wird. Darüber hinaus zählen eher Nordamerika und das übrige Europa zu den Technologieführern.

Ergebnisse: Abwasserbeseitigung und -behandlung

Kanalisation

Mitte des 19. Jahrhunderts entstanden die ersten der heute in den Industrieländern betriebenen zentralen Infrastruktursysteme der Wasserver- und Abwasserentsorgung, die sich seither stetig weiterentwickelt haben. Ohne Zweifel haben sie die damaligen Lebensumstände enorm verbessert, besonders die Hygiene. Darüber hinaus halfen sie, drängenden ökologischen Problemen wie der Verun-

reinigung von Oberflächengewässern und Böden entgegenzuwirken. Heute erweisen sich vor allem die notwendigen hohen Investitionen in die Erhaltung und Instandsetzung der Infrastruktur als problematisch. Daher werden der Weiterentwicklung der Kanalisation und dem standardmäßigen Einsatz grabenloser Rohrleitungsbau- und -sanierungsverfahren (T12) ein kurz- bis mittelfristiger Realisierungszeitraum mit einem großen Marktpotenzial eingeräumt. Wieder sehen deutsche Experten Deutschland in der Rolle des Technologieführers, während sonst vor allem andere europäische Länder favorisiert werden.

Gleiches wird für die Weiterentwicklung der Trennkanalisation als wahrscheinlich angesehen, bei der das Regenwasser dezentral oder semidezentral gesammelt, aufbereitet und versickert beziehungsweise in Gewässer eingeleitet wird (T11), sowie für vorgefertigte Infrastrukturkanäle mit begehbaren Schächten, in die Leitungen mittels Winden eingezogen werden können (T13). Allerdings wird hier erwartet, dass dies – wenn überhaupt – nur langfristig umzusetzen ist, was in der Natur der leitungsgebundenen Wasserver- und Abwasserentsorgung begründet sein dürfte. Zwar wird den Trennsystemen noch ein großes Marktpotenzial beigemessen, bei den vorgefertigten Infrastrukturkanälen dürfte dies nach Meinung der Experten jedoch nur klein bis mittelgroß ausfallen.

Abwasserbehandlung

An die Abwasserableitung schließt sich in der Regel eine Abwasserbehandlung an, die heute überwiegend in zentralen Kläranlagen mit Belebtschlamm als zentralem Reinigungselement durchgeführt wird. Dieses Verfahren braucht viel Energie für die Belüftung und es fällt viel Klärschlamm an, der wiederum teils sehr aufwendig entsorgt werden muss. Alternativ dazu bieten sich neue Verfahren zur anaeroben Abwasserreinigung an, die aufgrund ihrer positiven Energiebilanz und ihres geringeren Klärschlammaufkommens geeignet sein könnten, die konventionellen aeroben Verfahren zu verdrängen (T14). Ebenso wie beim regelmäßigen Einsatz membranbasierter biologischer Verfahren in Kläranlagen (T15) gehen die Experten hier von einem mittel- bis langfristigen Realisierungszeitraum aus. Das Marktpotenzial gilt als mittelgroß beziehungsweise groß. Demgegenüber räumen die Fachleute der Installation und dem Betrieb de- oder semizentraler Abwasserbehandlungsanlagen (T17 und T18*) sowie der Möglichkeit von deren zentralen Überwachung (T16) mittelfristig große Marktchancen ein. Darüber, wie bedeutend daneben weiterentwickelte Pflanzenkläranlagen (T20) sind, sind sich die Experten uneins und attestieren ein Marktpotenzial in der ganzen Bandbreite von klein bis groß. Erneut sehen die deutschen Experten Deutschland in allen Bereichen der Abwasserbehandlung als Technologieführer – eine Einschätzung,

die die ausländischen Experten nur im Falle von These 17 (ländlicher Raum) voll teilen, bei den Thesen 15 (Membrananlagen) und 18* (urbaner Raum) jedoch gar nicht. Störmer et al. (2010) differenzieren insoweit, dass die deutschen Hersteller zwar ein gewisses technisch-wirtschaftliches Potenzial mitbringen, das sie aber aufgrund der kleinräumigen Strukturierung des deutschen Marktes im Ausland kaum umsetzen können.

Ergebnisse: Rückgewinnung von Ressourcen aus Abwasser

Dünger

In Zeiten steigender Ressourcenpreise ist die Abwasserableitung und -reinigung meist eng mit der Wiedernutzung von im Abwasser enthaltenen Nährstoffen und Energie gekoppelt. Bei der Rückgewinnung von Nährstoffen sehen die Experten nur für die breite Phosphatelimination aus dem Nebenstrom zentraler Abwasserbehandlungsanlagen sowie aus deren Klärschlämmen (und Klärschlammaschen) (T21) ein mittleres bis großes Marktpotenzial, das mittelfristig freigesetzt werden kann. In dieser Technologie wird Deutschland, teilweise aber auch andere europäische Länder als führend gesehen. Für alle anderen abgefragten Verfahren, aus Abwasser Dünger zu gewinnen, das heißt für die Stickstoffrückgewinnung aus Klärschlamm (T22), die direkte Ausbringung von Klärschlamm nach geeigneter Teilstrombehandlung (T23) und die direkte Nutzung von Gelbwasser (T24), sehen die Experten kleine bis allenfalls mittlere Marktpotenziale mit einer mittel- bis langfristigen Realisierungszeit. Hier wird erwartet, dass andere europäische Länder die Technologieführerschaft übernehmen werden.

Energie

Bei der Rückgewinnung von Energie aus Abwasser scheinen besonders Technologien zur Nutzung der im Abwasser enthaltenen Wärmeenergie (T25 und T26) wie Wärmetauscher oder Wärmepumpen interessant zu sein. Beiden wird ein mittleres bis großes Marktpotenzial mit einem mittelfristigen Realisierungszeitraum beigemessen. Technologieführer, meinen die Experten, werden andere europäische Länder, aber auch Deutschland sein. Hinsichtlich der Kombination von Abwasserreinigung und Biomasseproduktion in Pflanzenkläranlagen (T20) gehen die Meinungen sowohl hinsichtlich der Größe des Marktpotenzials als auch der Technologieführerschaft weit auseinander. Einig sind sich die Fachleute schließlich wiederum, dass die Gewinnung elektrischer Energie aus Abwasser mittels mikrobieller Brennstoffzellen (*Microbial Fuel Cells*) (T27) zwar großes Potenzial hätte, dass eine Umsetzung in absehbarer Zeit aber unwahrscheinlich ist.