



Fraunhofer Institut
System- und
Innovationsforschung

WASSER 2050 Nachhaltige wasserwirtschaftliche
Systemlösungen – künftige Chancen für die
Wasserwirtschaft

Arbeitspaket 2

Vergleich der Wettbewerbsfähigkeit technologieanbieterender Länder

Dr. Dr. Christian Sartorius

Karlsruhe, 31. Januar 2008

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	iv
1 Einleitung.....	1
2 Charakterisierung relevanter Technologiebereiche.....	3
2.1 Wasseraufbereitung	4
2.2 Wassernutzungseffizienz.....	5
2.3 Wasserverteilung und Kanalisation	5
2.4 Abwasserreinigung und Schlammbehandlung.....	6
2.5 Dezentrales Wassermanagement	7
2.6 Mess-, Steuer- und Regeltechnik	8
3 Technische Leistungsfähigkeit deutscher Unternehmen.....	10
3.1 Innovationsdynamik.....	11
3.2 Patentanteile im internationalen Vergleich.....	13
4 Wettbewerbsposition Deutschlands auf dem Weltmarkt.....	18
4.1 Außenhandelsaktivitäten im Bereich wasserwirtschaftlicher Technologien	18
4.2 Spezialisierung des Außenhandels	20
4.3 Zielländer des Außenhandels	21
5 Struktur wasserwirtschaftlicher Technologieanbieter in Deutschland.....	25
6 Zusammenfassung	30
7 Literatur.....	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1	Entwicklung der deutschen Patentanmeldungen in verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft von 1991 bis 2004 (Gesamtzahl der Anmeldungen zum Vergleich)	12
Abbildung 3-2	Entwicklung der weltweiten Patentanmeldungen in verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft von 1991 bis 2004 (Gesamtzahl der Anmeldungen zum Vergleich)	13
Abbildung 3-3	Internationaler Vergleich der nationalen Anteile an der Gesamtheit der Patentanmeldungen in verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft (Anmeldungen im Zeitraum 2000-2004 in Prozent; Gesamtzahl der Anmeldungen zum Vergleich)	14
Abbildung 3-4	RPA-Werte wichtiger Exportnationen in verschiedenen Teilbereichen der wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (Anmeldungen von 2000 bis 2004 aggregiert)	16
Abbildung 3-5	Vergleich der RPA-Werte Deutschlands in verschiedenen Technikbereichen der Wasserwirtschaft in den Zeiträumen 1995-1999 und 2000-2004	17
Abbildung 4-1	Weltweite Exportvolumina wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (in Millionen US-Dollar, 2005)	18
Abbildung 4-2	Anteile der wichtigsten Exportnationen an Ausfuhren aus wasserwirtschaftlich relevanten Technologiebereichen im Jahr 2005 (in Prozent)	19
Abbildung 4-3	Vergleich der RCA-Werte der wichtigsten Exportnationen für verschiedene wasserwirtschaftlich relevante Technologiebereiche für das Jahr 2005	21
Abbildung 4-4	Vergleich der Beiträge der wasserwirtschaftlich relevanten Technikbereiche zu den Exportwerten Deutschlands und Frankreichs (in Mill. Euro, 2005; flächenmaßstäbliche Darstellung der Euro-Werte)	22
Abbildung 4-5	Regionale Verteilung der Zielregionen deutscher Exporte wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (in Prozent, 2005)	23
Abbildung 4-6	Regionale Verteilung der Zielregionen französischer Exporte wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (in Prozent, 2005)	23

Abbildung 5-1	Anzahl der Unternehmen in verschiedenen Bereichen der Wasserwirtschaft (in 2005).....	25
Abbildung 5-2	Verteilung der Unternehmensgröße nach Beschäftigten in verschiedenen Bereichen der Wasserwirtschaft (in Prozent, 2005).....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 5-1	Verteilung deutscher Patentanmeldungen im Zeitraum 2000 bis 2004 auf die Anmelder in verschiedenen wasserwirtschaftlichen Technologiebereichen.....	27
Tabelle 6-1	Vergleich der wasserwirtschaftlich relevanten Technikbereiche hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen anhand der zuvor ermittelten Indikatoren.....	31

1 Einleitung

An die jeweiligen sozio-ökonomischen Strukturen schlecht angepasste technische Strukturen der Wasserver- und Abwasserentsorgung führen in vielen Regionen der Welt zu einer mangelnden Versorgung der Bevölkerung mit gesundheitlich unbedenklichem Frischwasser und zu einer Übernutzung vorhandener Wasserressourcen mit entsprechenden negativen Konsequenzen für die Produktivität vor allem landwirtschaftlicher Produktionsprozesse und mehr noch für die ökologische Funktion der Umwelt als Basis menschlichen Wirtschaftens und Wohlergehens. Wenngleich die Implementierung bisher oft an den herrschenden ökonomischen und sozio-kulturellen Rahmenbedingungen scheiterte, könnte diesen Missständen in vielen Fällen bereits heute durch vorhandene technische Lösungen Abhilfe geschaffen werden. Für deutsche Unternehmen als Anbieter technischer Lösungen im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur stellt diese Situation eine Chance, aber auch eine Herausforderung dar. Die Chance resultiert aus dem grundsätzlich vorhandenen Bedarf; die Herausforderung besteht darin, Angebot und Nachfrage technisch, ökonomisch sowie hinsichtlich der bestehenden sozialen und Governancestrukturen miteinander in Einklang zu bringen.

Das grundlegende Anliegen des Projektes Wasser 2050 besteht darin, langfristige Zielstellungen und Erfolgsbedingungen für die Diffusion nachhaltiger wasserwirtschaftlicher Systemlösungen in unterschiedlichen Weltregionen mit verschiedenen geografischen, klimatischen und sozialen Rahmenbedingungen zu entwickeln. Der Großteil dieser Aufgabe ist zukunftsorientiert und wird durch Verknüpfung geeigneter analytischer und prognostischer Methoden (Technologievorausschau, Markt- und Restriktionsanalysen, Szenariotechnik, Backcasting) in späteren Arbeitspaketen bearbeitet. Ziel des vorliegenden Arbeitspaketes 2 ist es demgegenüber, als Grundlage für die zukünftige Entwicklung den Status quo der Wettbewerbsposition deutscher Anbieter von Wassertechnologien auf dem Weltmarkt zu analysieren.

Zu diesem Zweck wird zunächst im Kapitel 2 dieses Berichtes eine Klassifikation von Technologiebereichen vorgenommen, die einerseits die für die Wasserver- und Abwasserentsorgung relevanten Technologielinien möglichst vollständig umfassen und dabei auch dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit Rechnung tragen soll, andererseits aber auch als Grundgerüst für die Patent- und Außenhandelsstatistiken dienen soll, mit deren Hilfe in den Kapiteln 3 bis 4 die technologische Leistungsfähigkeit und internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Entwickler und Hersteller von Wassertechnologie mit derjenigen anderer Nationen verglichen wird. Zusätzlich wird in Kapitel 5 auf der Grundlage einschlägiger Datenbanken die Art und Größe von in Deutschland ansässigen Wassertechnologieanbietern analysiert, die eine Aussage über deren Innovativität sowie die Struktur der jeweiligen Märkte erlaubt. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser ökonomischen Analyse wird im abschließenden

Kapitel eine umfassende Bewertung der Rolle deutscher Wassertechnologieanbieter auf dem Weltmarkt vorgenommen.

2 Charakterisierung relevanter Technologiebereiche

Voraussetzung für eine differenzierte Analyse der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit deutscher Anbieter von wasserrelevanten Technologien ist eine Systematik, die einer Reihe von Kriterien Rechnung trägt.

Erstens soll die Systematik möglichst alle technischen Funktionen umfassen, die dem Bereich der Wassertechnologien zuzuordnen sind. Dazu gehören zunächst in jedem Fall die Förderung, Behandlung und Aufbereitung von Rohwässern verschiedener Herkunft, der Transport letzterer zu den Verbrauchern sowie der Abtransport und die Behandlung des im Zuge der Wassernutzung entstehenden Abwassers.

Zweitens sollte sie in relevanten Teilen Aspekte der Nachhaltigkeit berücksichtigen. Im Zusammenhang mit Wassertechnologien kann hier argumentiert werden, dass zumindest auf Seiten des Abwassers steigende Anforderungen an die Qualität der Abwasserreinigung schon in der Vergangenheit zu einer Senkung der Umweltbelastung und damit zu einer Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit geführt haben. Auch im Bereich der Wasserversorgung waren die Versorger bestrebt, Wasser in einer Qualität bereitzustellen, die menschliche Gesundheit und Natur nicht schädigen. In vielen Fällen wie beispielsweise der Belastung mit Nitrat oder PFT bedeutete dies nicht allein, das Rohwasser durch geeignete Verfahren von den Verunreinigungen zu befreien, sondern es wurde zusätzlich versucht, durch eine effizientere Düngung oder Extensivierung der Landwirtschaft bzw. durch die Sanierung belasteter Böden die Belastung des Rohwassers von vorneherein zu unterbinden.

Aber nachhaltige Wassernutzung hat noch weitere Implikationen. Sie bedeutet effizientere Wassernutzung, d.h. Erfüllung einer bestimmten Funktion mit möglichst geringem Wasserverbrauch. In diesem Kontext trägt auch die mehrfache Nutzung (d.h. das Recycling) von Wasser auf gleichem oder sinkendem Qualitätsniveau zu einer Erhöhung der Nutzungseffizienz und damit zur Schonung der Ressource Wasser bei. Dies bedingt, dass Technologien zur effizienten Wassernutzung in Haushalten (Installationen, Hausgeräte) und in der Landwirtschaft (Bewässerung) in die Betrachtung unbedingt mit einzubeziehen sind.¹

Außerdem sind die Wasseraufbereitung im Allgemeinen und die Abwasserreinigung im Besonderen mit dem Verbrauch (z.B. Energie, Chemikalien) und der Entstehung von Ressourcen anderer Art (z.B. organische Substanz, Düngemittel) verbunden, die ihrerseits mehr oder weniger effizient genutzt werden können, woraus ein höherer bzw.

¹ Wassersparende industrielle Prozesse werden hier nicht betrachtet, da sie bereits Gegenstand anderer Projekte waren, vom Kern der Wasserwirtschaft relativ weit entfernt sind und die Diffusion entsprechender Technologien unter entsprechenden Bedingungen bereits weit fortgeschritten ist.

niedrigerer Beitrag zur Nachhaltigkeit resultiert. Technologien zur Schlammbehandlung sind daher ebenfalls zu berücksichtigen.

Implizit bedeutet die effiziente Nutzung von Wasser im Zuge des Re- oder Downcyclings häufig außerdem, dass es sinnvoll oder gar unabdingbar ist, Wasser in kleinen Kreisläufen zu führen und dementsprechend semi- oder dezentral zu behandeln. Auch diesen Aspekt gilt es daher in der Systematik wasserrelevanter Technologiebereiche zu berücksichtigen.²

Schließlich muss die gesuchte Systematik wasserwirtschaftlich relevanter Technologielinien auch einigen praktischen Aspekten hinsichtlich der für die Analyse notwendigen Datenakquise gerecht werden. Es muss einerseits möglich sein, den in der Systematik verzeichneten Technologiebereichen Innovationen zuzuordnen, die von den Patentämtern entsprechend ihrer technischen Funktion mittels IPC-Nummern (International Patent Classification) kodifiziert werden. Andererseits sollten den Technologiebereichen bestimmte Waren bzw. Güter zuordenbar sein, so dass mit Hilfe passender Warenverzeichnisse die Außenhandelsaktivität in den jeweiligen Technologiebereichen beziffert werden kann.

Die Berücksichtigung aller genannten Aspekte führt zu der im Folgenden dargestellten Systematik und Charakterisierung wasserwirtschaftlich relevanter und nachhaltiger Technologiebereiche.

2.1 Wasseraufbereitung

Die Wasserversorgung umfasst sowohl die Förderung und Aufbereitung von Rohwasser (einschließlich Meerwasser) als auch dessen Verteilung an private und gewerbliche, d.h. auch industrielle und landwirtschaftliche Verbraucher. Folgende Technologielinien können diesem Bereich zugeordnet werden.

- Bevor das Wasser aufbereitet und verteilt werden kann, muss es zunächst aus Brunnen oder **Bohrlöchern** mit Hilfe von **Pumpen** gewonnen werden.
- Zwecks Aufbereitung werden unerwünschte Inhaltsstoffe (z.B. Kalk, Mangan, Eisen) mittels **physikalisch-chemischer Verfahren** gefällt oder geflockt und anschließend je nach Eigenschaft herausgefiltert, sedimentiert oder flotiert, oder das Wasser wird

² Spätestens hier dürfte es klar geworden sein, dass eine konsequente Einbeziehung der Nachhaltigkeit in die Wasserwirtschaft eigentlich eine ganzheitliche Betrachtung wasserwirtschaftlicher Systemlösungen erfordert, bei denen spezifische technische Lösungen zur Wassergewinnung, -nutzung und -(wieder)aufbereitung den jeweiligen Anforderungen entsprechend miteinander kombiniert werden. Da unsere Analyse über weite Strecken jedoch auf Statistiken beruht, die sich an technischen Einzelfunktionen oder spezifischen Gütern orientiert, kann die Kompetenz deutscher Unternehmen zur Entwicklung und Herstellung von Systemlösungen nur im qualitativen Teil der Analyse Berücksichtigung finden.

direkt über Ionenaustauscher gereinigt. Schließlich wird das Wasser durch Chlorierung oder Ozonierung hygienisiert.

Membrangebundene Filtertechnologien spielen grundsätzlich sowohl bei der Bereitung von Trink- und anderen hochqualitativen Wässern (auch aus Meerwasser) als auch bei der Reinigung aller Arten von Abwässern eine zunehmend wichtige Rolle. Aufgrund der Möglichkeit, sie wegen der ihnen eigenen Modularität verstärkt auch semi- oder dezentral einzusetzen, finden die Filtertechnologien hier aber bei der dezentralen Abwasserbehandlung (Abschnitt 2.5) Berücksichtigung.

Einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten die hier aufgeführten Technologiekomponenten nicht als solche, sondern nur als Bestandteile eines sozio-technischen Systems, das den Nutzern sauberes, gesundheitlich unbedenkliches Wasser zu akzeptablen Kosten bereit stellt.

2.2 Wassernutzungseffizienz

Die Steigerung der Wasserverbrauchseffizienz ist neben der Reduktion des Stoffeintrages ein entscheidendes Element eines pro-aktiven Wassermanagements, das die Herausforderung der Versorgung mit ausreichenden Mengen Wassers hoher Qualität nicht allein auf die Angebotsseite beschränkt.

- **Waschmaschinen, Geschirrspüler** und **Armaturen** stehen hier stellvertretend für alle Geräte bzw. Installationen im privaten Bereich, die Wasser verbrauchen und bei denen eine Reduzierung des Wasser- (und Energie-)verbrauchs Kennzeichen des technischen Fortschritts sind.
- Angesichts der Tatsache, dass ein großer, in vielen Ländern sogar der größte Teil der Rohwassers für die Bewässerung in der Landwirtschaft verbraucht wird, spielen effiziente **Bewässerungstechnologien** eine besondere Rolle, da sie den Wasserverbrauch bei gleichbleibendem Ertrag um ein Mehrfaches senken können.
- Feuerbekämpfung ist ein weiterer Bereich, für den zwar Wasser nicht in großen Mengen verbraucht wird, wohl aber vorgehalten werden muss. In diesem Zusammenhang trägt eine effizientere Nutzung durch verbesserte Pumpen und Düsen, aber auch die Zugabe verbesserter Additive eher zur Erhöhung der Sicherheit vor Feuern als zur Schonung der Ressource Wasser bei.

2.3 Wasserverteilung und Kanalisation

Wasserleitungen und Kanäle sind integrale Bestandteile einer zentralen Wasser- oder Abwasserinfrastruktur. Nachhaltigkeit erlangen sie im Kontext der Gesamtinfrastruktur, die die Versorgung der Menschen mit gesundheitlich unbedenklichem Wasser erlaubt und durch die Zuführung des Abwassers zu zentralen Kläranlagen eine Beeinträchti-

gung der Umwelt verhindert. Gleichzeitig erfordern weitläufige Rohr- und Kanalsysteme hohen Investitions- und Erhaltungsaufwand bei gleichzeitig geringer Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Rahmenbedingungen (z.B. Klima- oder demografischer Wandel), was die wirtschaftliche Nachhaltigkeit in einigen Fällen zweifelhaft erscheinen lässt.

- Bestandteile der zentralen Wasserverteilungsinfrastruktur sind vor allem **Pumpen**, **Schieber** und **Rohre**, aber auch **Wasserbehälter**, die häufig nicht nur einen Ausgleichspuffer zwischen Wasserangebot und -nachfrage darstellen, sondern auch einen ausreichenden Wasserdruck an den Entnahmestellen sicherstellen. Aus innovatorischer Sicht sind Pumpen, Schieber und Rohre auch zentrale Elemente von Druck- und Vakuumkanalisationen, die dann zum Einsatz kommen, wenn bspw. die Abwassermengen oder das Gefälle für konventionelle Leitungen zu gering sind.
- Die zentrale Abwasserableitung unterscheidet sich in einigen Punkten von der Wasserverteilungsinfrastruktur. Wegen des höheren (suspendierten) Feststoffgehaltes weisen nicht nur die **Rohre** zumeist einen größeren Durchmesser auf und werden aus anderen Materialien hergestellt, sondern auch die **Pumpen** und Heber basieren insbesondere im Zusammenhang mit dem Transport von Fäkalien und Schlämmen auf anderen Funktionsprinzipien (z.B. Verdrängungs- statt Rotationspumpen).
- **Bau und Instandhaltung** von Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastrukturen unterliegen insofern einer permanenten technischen Weiterentwicklung als es angesichts häufig maroder Leitungs- und Kanalsysteme bei gleichzeitiger Wahrung der Wirtschaftlichkeit immer wichtiger wird, die Infrastruktur durch Leckagedetektoren und Molchsysteme in situ zu überwachen und ggf. zu reparieren. Bei der Errichtung neuer (zusätzlicher) Infrastrukturen vor allem in dicht bebauten, urbanen Gebieten kommt darüber hinaus grabenlosen Bauverfahren eine besondere Bedeutung zu.

2.4 Abwasserreinigung und Schlammbehandlung

Die Abwasserentsorgung umfasst sowohl die Ableitung des Abwassers vom Ort seiner Entstehung als auch seine Reinigung, die es in der Regel in einen Zustand versetzt, in dem es gefahrlos in die Umwelt abgeleitet oder wiederverwertet werden kann. Die Entsorgung des anfallenden Klärschlammes fällt auch in diesen Bereich. Folgende Technologielinien werden dabei genauer untersucht:

- **Abwasserreinigungsverfahren** zielen auf die Reinigung von Wasser ab, das sich hinsichtlich der (größeren) Menge und Art der Verunreinigungen (z.B. Nährstoffbelastung) von Regen- oder Grauwasser so stark unterscheidet, dass es alleine mit Hilfe der Filtration nicht gereinigt werden kann. Daher treten biologische

und physikalisch-chemische Prozesse hinzu, die im Konzept der Kläranlage integriert und an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden. Neuere Entwicklungen in diesem Bereich zielen auf Verfahren ab, neu erkannte Verunreinigungen (z.B. Rückstände von Medikamenten und endokrine Stoffe) zu entfernen.

- Außerdem geht es im Zusammenhang mit der Abwasserreinigung darum, den Ressourcenverbrauch durch verändertes Prozessdesign, Energierückgewinnung und das Recycling von Rohstoffen zu verringern und damit die Wirtschaftlichkeit der Abwasserbehandlung insgesamt zu erhöhen.
- Der Abwasserwirtschaft fällt schließlich auch die Aufgabe zu, weitergehende Lösungen für den wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Umgang mit dem anfallenden Klärschlamm zu suchen. Einerseits ist hier an eine Wiederverwertung der im Abwasser enthaltenen Ressourcen zu denken. Andererseits können alternative Sanitär- und Abwasserkonzepte dazu beitragen, bestimmte Kontaminationen von vornherein zu vermeiden. Darüber hinaus kann auch die Menge anfallenden Klärschlammes durch geeignete Abwasserreinigungsverfahren reduziert werden.

2.5 Dezentrales Wassermanagement

Aus Sicht der Nachhaltigkeit ist das dezentrale Wassermanagement von zentraler Bedeutung, da es in vielen Fällen die Verkleinerung und Schließung von Kreisläufen und die effizientere Behandlung von Wasserströmen erlaubt. Das Recycling von Wasser geht meistens ebenfalls mit einem dezentralen Management einher.

- Während in der Vergangenheit ein Trend zu immer größeren kommunalen Anlagen festzustellen war, finden neuerdings auch leistungsfähige **Kleinkläranlagen** in dezentralen Anwendungen immer mehr Beachtung, wobei sich gerade hier aufgrund des modularen Aufbaus die Kombination mit der **Membranfiltration** positiv auswirkt. Zur Zeit ist die membrangestützte Variante nur in Einzelfällen wirtschaftlich, dies könnte sich aber aufgrund technischer Fortschritte und verschärfter gesetzlicher Anforderungen für die Abwasserentsorgung entlegener Haushalte oder Betriebe in Zukunft ändern.
- Ein wesentliches Element eines dezentralen Wassermanagements ist außerdem die Nutzung von **Regenwasser**, das aufgefangen und gespeichert, zumeist aber nur in geringem Umfang gereinigt werden muss.
- Beim **Recycling von Grau- und Prozesswässern** spielen dagegen Sammlung und Speicherung eine geringere Rolle, da Anfall und weitere Nutzung des aufbereiteten Abwassers zumeist orts- und zeitnah erfolgen. Von größerer Bedeutung ist hier die Reinigung, wobei im Sinne einer effizienten Wassernutzung zu beachten ist, dass

die Abwässer nicht auf Trinkwasserniveau, sondern nur soweit gereinigt werden sollten (vgl. Brauch- oder Pflegewasser), dass sie einer weiter Nutzung problemlos zugeführt werden können.

Auf die Belastung und Wirksamkeit vieler bestehender Kläranlagen wirkt sich auch der Übergang zur getrennten Erfassung und Behandlung von Regen- und Schmutzwasser positiv aus. Allerdings schlägt sich diese Entwicklung in unseren Analysen aufgrund fehlender Daten nicht nieder.³

2.6 Mess-, Steuer- und Regeltechnik

Die im Zuge einer zu erwartenden Klimaverschiebung vermutlich häufiger auftretenden Extremwetterereignisse stellen zunehmende Anforderungen an das Management aller Bestandteile der Wasserinfrastruktur im weiteren Sinn: Talsperren und Polder ebenso wie Kanalnetze einschließlich Anlagen zur Regenwasserbehandlung.

- **Wasserbauliche Maßnahmen** zur Kontrolle von Flüssen schließen auch Polder und Rückhaltebecken mit ein, die das Ausmaß eines Hochwassers und damit auch seine Auswirkungen abzumildern helfen.
- Eher reaktiver Natur sind dagegen der Bau bzw. die Erhöhung von **Deichen**, die Errichtung von **Spundwänden** zur akuten Hochwasserabwehr und der Schutz von Bauten gegen die Wirkung von Grundwasser.
- Instrumente zur **Messung** von Flüssigkeits-(Regenwasser-)ständen und -flüssen und anderen wetterrelevanten Parametern sowie Geräte bzw. Sonden zur Messung chemisch-biologischer Parameter erlauben es im Falle von Extremwetterereignissen, nach **Übermittlung** und **Verarbeitung** der gewonnenen **Daten** die Regen- und Schmutzwasserflüsse so zu steuern, dass ökologische und gesundheitliche Gefahren weitgehend abgewendet werden können.⁴

Die in diesem Kapitel dargestellten Technikbereiche Wasseraufbereitung, Wassernutzungseffizienz, Wasserverteilung und Kanalisation, Abwasserreinigung und Schlammbehandlung, dezentrales Wassermanagement und Mess-Steuer-Regeltechnik

³ Gleiches gilt für **Drainagen**, **Mulden** und **Rigolen**, die sich zwar als für die Regenwasserbewirtschaftung maßgebliche Technikkomponenten identifizieren lassen, aber weder in der Patent- noch in der Außenhandelsstatistik ausgewiesen sind.

⁴ Allerdings ist eine Fokussierung allein auf den Bereich der Extremwetterereignisse bzw. des Hochwasserschutzes nicht möglich, da die relevanten Technikkomponenten auch in anderen Messsystemen relevant sind. Da außerdem die große Zahl der in diesem Bereich angemeldeten Patente zu einer deutlichen Verschiebung der im Folgenden diskutierten Patentkennziffern führen würde, wird sie im Einzelnen nachrichtlich erwähnt, bei der Charakterisierung des Gesamtbereiches Hochwasserschutz aber vernachlässigt, um dem Hochwasserschutz keine zu große Bedeutung zukommen zu lassen.

bilden in den folgenden Kapiteln die technische Basis der Analyse. Eine weitergehende Disaggregation ist nicht möglich, weil weder die Patent- noch die Außenhandels-gütersystematik es erlauben, eine stärkere Differenzierung abzubilden. Außerdem wäre in diesen Fällen insbesondere die Anzahl der Patentanmeldungen pro Jahr und Land sehr klein und zu starken Schwankungen unterworfen, um eine sinnvolle Analyse zu erlauben.

3 Technische Leistungsfähigkeit deutscher Unternehmen

Die Analyse der Wettbewerbsfähigkeit einzelner Volkswirtschaften oder Industrien innerhalb dieser Volkswirtschaften geht von der Erkenntnis aus, dass der Wettbewerb im Bereich der höherwertigen Güter oder Spitzentechnologien sehr stark durch Qualitätsmerkmale bestimmt ist. Damit werden die Wissensbasis einer Volkswirtschaft oder Industrie, aber auch ihre Fähigkeit, Wissen in Produkte umzusetzen und diese zu vermarkten, zu wichtigen Voraussetzungen des künftigen wirtschaftlichen Erfolgs. Da diese Fähigkeiten nicht direkt messbar sind, werden Indikatoren eingesetzt, die sie zumindest näherungsweise beschreiben. Im Rahmen der periodischen „Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit“ hat sich eine Systematik durchgesetzt, die Indikatoren aus den verschiedenen Teilbereichen des Innovationsprozesses herausgreift (vgl. Grupp 1997). In Anlehnung an diese Vorgehensweise werden in diesem Bericht folgende Indikatoren herangezogen:

- Patente zur direkten quantitativen Beschreibung des Ergebnisses des FuE-Prozesses. Zugleich gelten Patente als (auch qualitative) Frühindikatoren für die zukünftige technische Entwicklung.
- Außenhandelsbezogene Indikatoren, die zu den Fortschritts- oder Outputindikatoren gehören und mit deren Hilfe die internationale Wettbewerbsfähigkeit einer nationalen Industrie im Vergleich zu ihren Konkurrenten dargestellt wird. Sie zielen stärker auf die Anwendung und die Diffusion der Technologien auf den Gütermärkten ab.
- Schließlich werden wir auch den Versuch unternehmen, von den in den betrachteten Technikbereichen vorherrschenden Marktstrukturen und Organisationsformen Rückschlüsse auf die Marktmacht und Innovativität der entsprechenden Industrien zu ziehen.

Den beiden letztgenannten Aspekten, Außenhandelsposition und Marktstruktur, der detaillierten Darstellung der verwendeten Indikatoren und der Analyse und Bewertung der gefundenen Ergebnisse sind die Kapitel 4 und 5 gewidmet. Im vorliegenden Kapitel geht es dagegen um die technische Leistungsfähigkeit als Voraussetzung dafür, dass eine Industrie überhaupt in der Lage ist, mit Hilfe von Innovationen herausragende, wettbewerbsfähige Produkte zu schaffen. Gemessen wird die technische Leistungsfähigkeit anhand der Anzahl von Patentanmeldungen für Erfindungen, die mit dem zu untersuchenden Technologiefeld in Zusammenhang stehen.⁵ Obwohl die

⁵ Die Identifikation relevanter Patente für die im Kapitel 3 dargestellten Patentstatistiken erfolgt mit Hilfe der IPC-Nummern (International Patent Classification), von denen jedem Patent eine oder mehrere entsprechend der dem Patent zugrunde liegenden physikalischen, chemischen oder anderen Funktionsprinzipien zugeordnet sind. Welche IPC-

Anmeldung von Patenten während der FuE-Phase, d.h. einem relativ frühen Abschnitt des Innovationszyklus geschieht, in dem noch kein Marktwettbewerb stattfindet, sind ihre Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit längerfristig von großer Bedeutung, da nur mit einem ständigen Strom zur Marktreife entwickelter Erfindungen (= Innovationen) eine im Markt einmal erreichte Wettbewerbsposition auf Dauer gehalten werden kann. Fagerberg (1995) sowie Blind und Frietsch (2006) konnten nämlich zeigen, dass die Zahl der Patentanmeldungen und der Außenhandelserfolg innerhalb eines Landes oder eines Sektors in vielen Fällen positiv korreliert sind.⁶

3.1 Innovationsdynamik

Einen ersten Hinweis auf die Bedeutung der technischen Leistungsfähigkeit liefert die Innovationsdynamik, das heißt die relative Zunahme der Patentanmeldungen, die innerhalb eines Technologiebereiches auf nationaler und internationaler Ebene festzustellen ist.

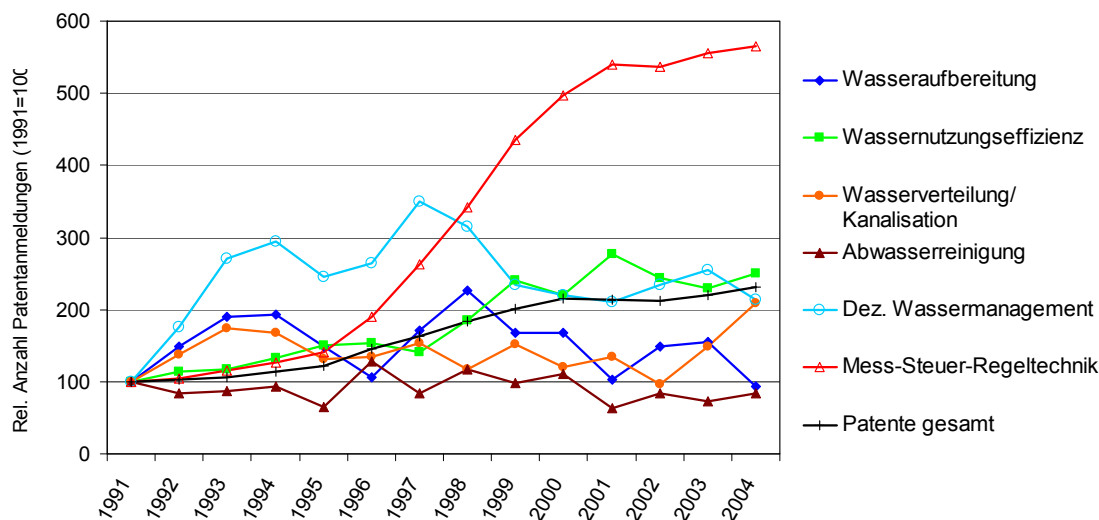
Im Vergleich zur allgemeinen Entwicklung der Patentanmeldungen, für die im Zeitraum von 1991 bis 2004 ein Anstieg auf 230 Prozent des Ausgangswertes zu verzeichnen ist, ergibt sich, wie Abbildung 3-1 zu entnehmen ist, für die Teilbereiche wasserwirtschaftlich relevanter Technologien ein recht heterogenes Bild. Teilweise deutlich über der allgemeinen Entwicklung der Patentanmeldungen liegen die Bereiche Mess-Steuer-Regeltechnik (565 Prozent) und Wassernutzungseffizienz (250 Prozent). In den 1990er Jahren wies auch das dezentrale Wassermanagement eine deutlich überdurchschnittliche Entwicklung auf, die es jedoch bis zum Jahr 2004 einbüßte (213 Prozent). Die Wasseraufbereitung fiel nach anfänglich positiver Entwicklung sogar wieder auf sein Ausgangsniveau zurück (94 Prozent), wogegen Wasserverteilung und Kanalisation eine zwischenzeitliche Schwächephase bis 2004 weitgehend ausgleichen konnten (209 Prozent). Allein für die Abwasserreinigung war über den gesamten Beobachtungszeitraum keine dauerhafte Veränderung zu verzeichnen.

Nummern relevant sind, wird im Vorfeld der Patentstatistik durch einen iterativen Abgleich zwischen den Klassifikationsparametern und den tatsächlichen Patentinhalten festgelegt.

⁶ Dabei muss berücksichtigt werden, dass aufgrund einer verstärkten Tendenz zu strategischer Patentierung und wegen der Zunahme transnationaler Wissensspillovers multinational agierender Unternehmen die Anzahl der Patentanmeldungen in den letzten Jahrzehnten stärker gestiegen ist als der F&E-Aufwand und der aus dem Wissen resultierende Wettbewerbsvorteil.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass nicht in allen Technikbereichen die Neigung zur Patentierung von Erfindungen gleich groß. D.h. die Anzahl der Patentanmeldungen kann im Verhältnis zum dafür getätigten FuE-Aufwand sehr unterschiedlich sein. Aus diesem Grund wird i.d.R. auf die Darstellung absoluter Patentzahlen verzichtet und nur relative Unterschiede oder Veränderungen dargestellt.

Abbildung 3-1 Entwicklung der deutschen Patentanmeldungen in verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft von 1991 bis 2004 (Gesamtzahl der Anmeldungen zum Vergleich)

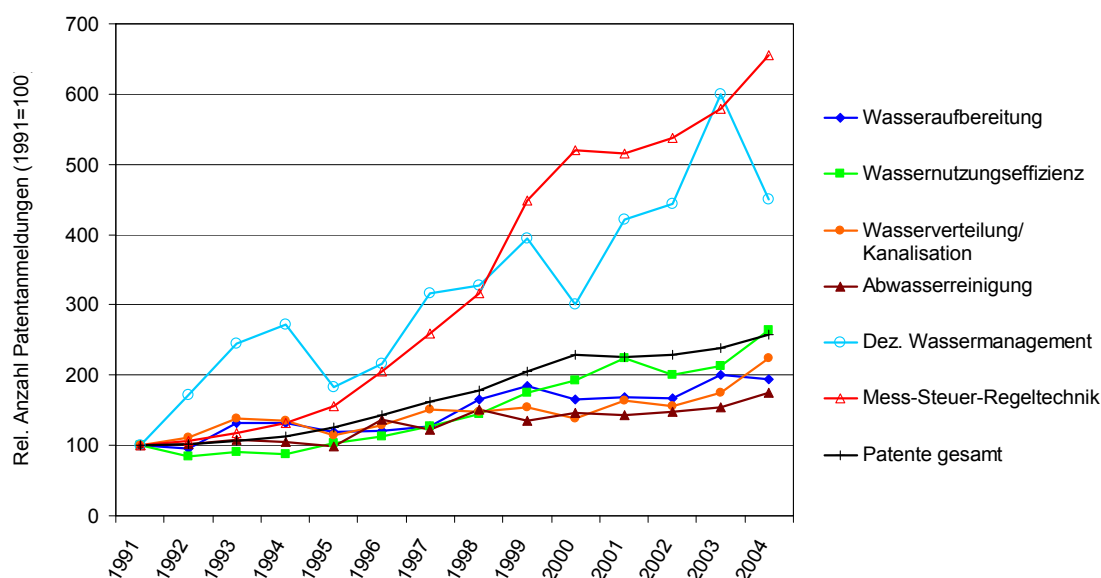


Die Entwicklung deutscher Patentanmeldungen weist Ähnlichkeiten, teilweise aber auch markante Unterschiede zur weltweiten Entwicklung auf, wie sie in Abbildung 3-2 dargestellt ist. Ähnlich sind die Entwicklungen bei Mess-Steuer-Regeltechnik, Wasserverteilung und Kanalisation sowie den Gesamtzahlen. Die Wassernutzungseffizienz ist der einzige Bereich, in dem die Dynamik in Deutschland über weite Strecken stärker ausgeprägt ist als weltweit. Letzteres galt bis zum Jahr 2000 auch für das dezentrale Wassermanagement; danach war ein weiterer (deutlicher) Anstieg nur noch außerhalb Deutschlands zu verzeichnen. Die Ursache für diese Divergenz zwischen nationaler und internationaler Entwicklung könnte darin begründet sein, dass in den 1990er Jahren die FuE im Bereich dezentraler wasserwirtschaftlicher Lösungsansätze von politischer Seite in Deutschland (insbesondere in Nordrhein-Westfalen) signifikant gefördert wurde, diese Entwicklung in der Folgezeit wegen vor allem im Inland ausbleibender Verbreiterung der Nachfrage keine Weiterführung fand.

Sowohl die Wasseraufbereitung als auch die Abwasserreinigung können zwar auch weltweit mit der allgemeinen Entwicklung nicht Schritt halten, weisen aber am Ende im Gegensatz zu Deutschland doch einen deutlichen Anstieg (auf 193 bzw. 174 Prozent) auf. Die im Vergleich dazu stagnierende Entwicklung in Deutschland lässt sich zumindest im Bereich der Abwasserreinigung dadurch erklären, dass Weiterentwicklungen oft direkt durch die Betreiber von Kläranlagen durchgeführt oder veranlasst werden und der Patentschutz auf bestehende technische Einrichtungen oder Verfahren in diesem Zusammenhang als eine Einschränkung der Experimentiermöglichkeiten angesehen werden. Die Industrie wiederum ist auf Patentschutz nicht so sehr angewiesen, weil bei einem wenig kompetitiven Inlandsmarkt für sie ausländische Märkte nicht so sehr im Fokus stehen. Außerdem gehen nach eigenen Erkenntnissen einige

Technikanbieter in diesem Bereich davon aus, dass verfahrenstechnische Innovationen nicht so leicht kopiert werden können und daher der Aufwand für den Patentschutz oft in keinem günstigen Verhältnis zum erforderlichen Aufwand steht.

Abbildung 3-2 Entwicklung der weltweiten Patentanmeldungen in verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft von 1991 bis 2004 (Gesamtzahl der Anmeldungen zum Vergleich)

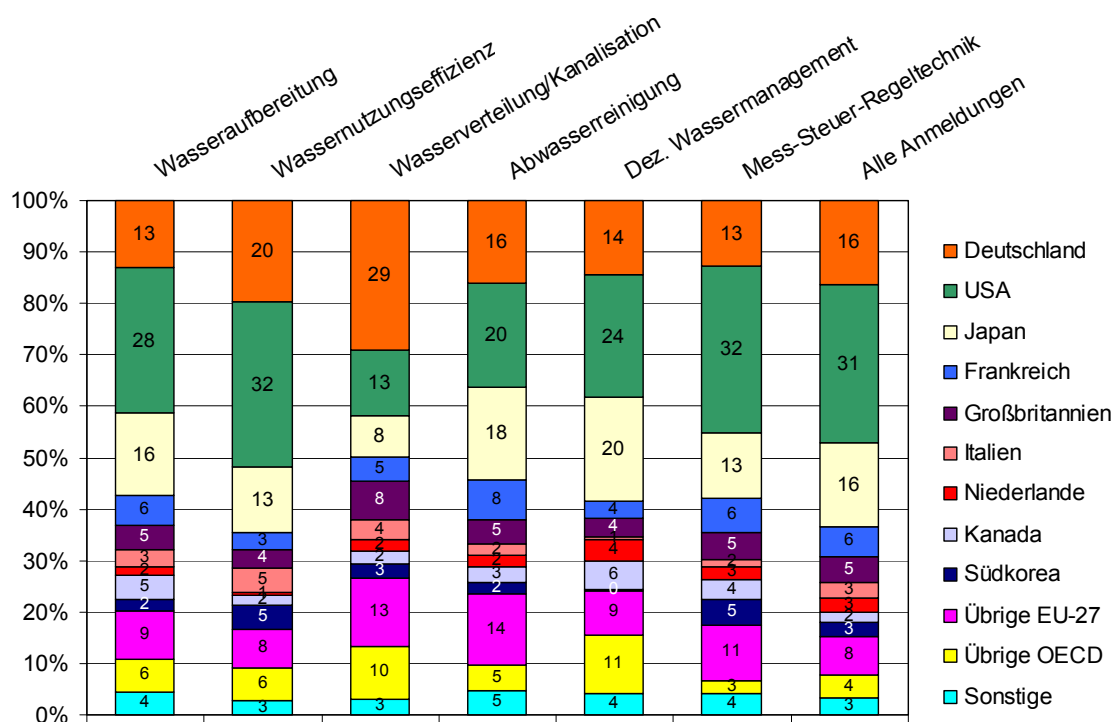


3.2 Patentanteile im internationalen Vergleich

Um die technische Leistungsfähigkeit Deutschlands mit der anderer Länder zu vergleichen und damit mögliche Wettbewerber im Bereich wasserwirtschaftlich relevanter Technologien zu identifizieren, wurden zunächst die Anteile aller relevanten Länder an der Gesamtanzahl aller Patentanmeldungen in den untersuchten Bereichen ermittelt. Die in Abbildung 3-3 dargestellten 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. Dies entspricht in etwa dem Bild, das sich auch für die Gesamtheit aller Patentanmeldungen ergibt, wonach die USA einen Anteil von 31 Prozent und Deutschland und Japan Anteile von jeweils 16 Prozent geltend machen. Gemessen am Anteil aller Patentanmeldungen ergibt sich für Deutschland eine herausragende Position vor allem für die Bereiche Wassernutzungseffizienz sowie Wassernutzung/Kanalisation. Bemerkenswert ist angesichts der in diesem Bereich fehlenden Innovationsdynamik außerdem das immerhin durchschnittliche Abschneiden der Abwasserreinigung. Japan weist in den Bereichen Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung und dezentrales Wassermanagement Vorteile gegenüber Deutschland auf, fällt aber in den Bereichen Wassernutzungseffizienz und Wasserverteilung/Kanali-

sation deutlich ab. Deutliche Vorteile für die USA sind in den Technologiebereichen Mess-Steuer-Regeltechnik und Wassernutzungseffizienz zu verzeichnen.

Abbildung 3-3 Internationaler Vergleich der nationalen Anteile an der Gesamtheit der Patentanmeldungen in verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft (Anmeldungen im Zeitraum 2000-2004 in Prozent; Gesamtzahl der Anmeldungen zum Vergleich)



Außer den USA, Deutschland und Japan sind Frankreich und Großbritannien weitere wichtige Patentanmelder, die über die gesamte Bandbreite wasserwirtschaftlicher Technologien präsent sind. Leichte Schwerpunkte ergeben sich hier im Bereich Abwasserreinigung für Frankreich sowie Wasserverteilung/Kanalisation für Großbritannien. Schließlich gibt es eine Reihe von Ländern, die nennenswerte Patentanteile in einzelnen Bereichen aufweisen. Zu nennen sind hier Italien hinsichtlich Wassernutzungseffizienz und Wasserverteilung/Kanalisation, die Niederlande für dezentrales Wassermanagement, Kanada in den Bereichen Wasseraufbereitung, dezentrales Wassermanagement und Mess-Steuer-Regeltechnik sowie Südkorea bei Wassernutzungseffizienz und Mess-Steuer-Regeltechnik. Bemerkenswert ist schließlich noch der relativ hohe Anteil der Patentanmeldungen, der in den Bereichen Wasserverteilung/Kanalisation, Abwasserreinigung und dezentrales Wassermanagement auf die übrigen EU-Länder und den Rest der Welt zurückgeht.

Offensichtlich wird eine Bewertung der technischen Leistungsfähigkeit anhand absoluter Patentanteile dadurch erschwert, dass die Anzahl der Patentanmeldungen mit der absoluten Größe der Volkswirtschaften bzw. wirtschaftlichen Sektoren korreliert. Große Länder bzw. Sektoren weisen dadurch "automatisch" hohe Patentanteile auf. Um

diesen Effekt auszuschalten, wurde von Grupp (1997) und Legler (2003, 2007) der sogenannte relative Patentanteil (RPA) als Maß für die technische Performance vor allem kleiner Länder vorgeschlagen. Dieser Index setzt den Anteil der innerhalb eines Landes in einem bestimmten Technikbereich angemeldeten Patente in Relation zu dem Anteil, der weltweit auf diesen Technikbereich entfällt. Von einer überdurchschnittlichen technischen Performance wird dann ausgegangen, wenn der landesspezifische Anteil signifikant größer ist als der weltweite und der daraus berechnete RPA-Wert größer ist als 15.⁷ Eine deutliche Überlegenheit geht mit einem RPA größer als 50 einher; mehr als 100 ist nicht erreichbar. Ein neutraler (gleich 0) oder negativer RPA weist darauf hin, dass der Spezialisierungsgrad in einem Land genauso hoch wie bzw. geringer ist als die weltweite Spezialisierung.

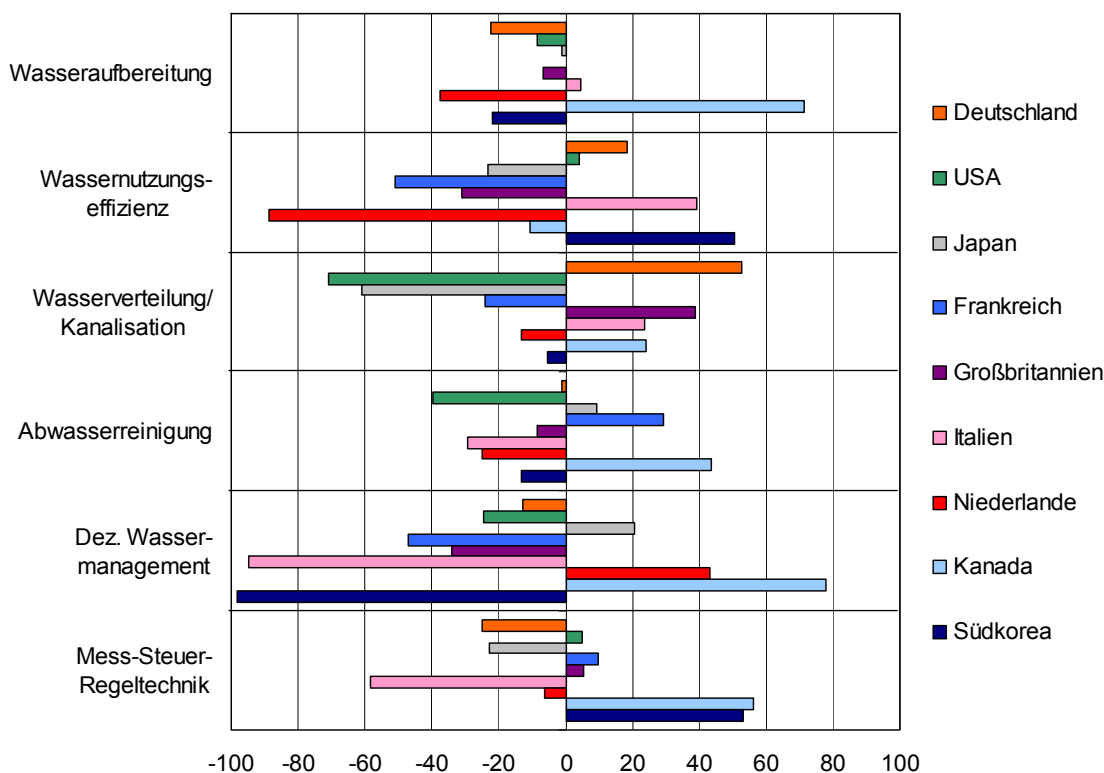
Erwartungsgemäß belegen hinsichtlich der Patentspezialisierung andere Länder Spitzenpositionen als bei den absoluten Patentanteilen (vgl. Abbildung 3-4). Vor allem Kanada weist in allen wasserwirtschaftlich relevanten Technologiebereichen außer der Wassernutzungseffizienz eine überdurchschnittliche, bei Wasseraufbereitung, dezentralem Wassermanagement und Mess-Steuer-Regeltechnik sogar eine herausragende Leistungsfähigkeit auf. Für Südkorea gilt Vergleichbares für die Wassernutzungseffizienz und die Mess-Steuer-Regeltechnik, für Italien bezüglich Wassernutzungseffizienz und Wasserverteilung/Kanalisation. Frankreich, Großbritannien und die Niederlande weisen in jeweils einem Bereich eine deutliche Spezialisierung auf: Abwasserreinigung, Wasserverteilung/Kanalisation bzw. dezentrales Wassermanagement. Von den großen Drei, USA, Deutschland und Japan, ragt nur die deutsche Industrie im Bereich der Wasserverteilung/Kanalisation mit einem deutlichen Spezialisierungsvorteil heraus. Außerdem ist Deutschlands Leistung im Bereich der Wassernutzungseffizienz ebenso signifikant wie Japans Vorteil im dezentralen Wassermanagement. Allein die USA können hinsichtlich ihres relativen Patentanteils in keinem Technologiebereich mit einem signifikanten Vorteil aufwarten.

⁷ Der Berechnung des RPA für ein Land i und einen Technikbereich j liegt die folgende Gleichung zugrunde:

$$RPA_{ij} = 100 \cdot \tanh \left\{ \ln \left[\frac{\left(p_{ij} / \sum_i p_{ij} \right)}{\left(\sum_j p_{ij} / \sum_{ij} p_{ij} \right)} \right] \right\}$$

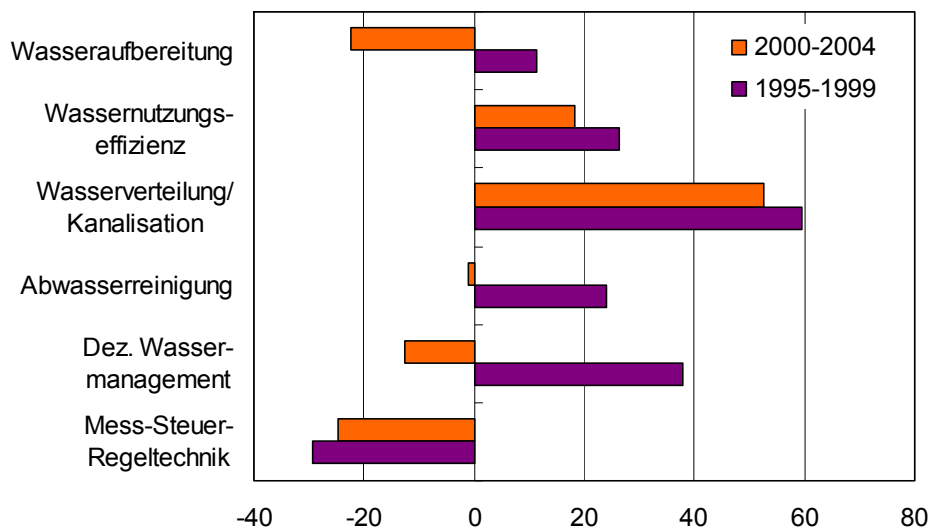
Die Transformation mittels \ln und \tanh bewirkt, dass Spezialisierung immer einen positiven Index ergibt, wobei bei vollständiger Spezialisierung genau der Wert 100 erreicht wird.

Abbildung 3-4 RPA-Werte wichtiger Exportnationen in verschiedenen Teilbereichen der wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (Anmeldungen von 2000 bis 2004 aggregiert)



Alle bislang gemachten Angaben zu den (absoluten und relativen) Patentanteilen beziehen sich auf Patente, die in den Jahren 2000 bis 2004 angemeldet wurden. Vergleicht man diese Ergebnisse, wie in Abbildung 3-5 geschehen, mit denjenigen der vorangegangenen Fünfjahresperiode (1995 bis 1999), so ist zu erkennen, dass sich die deutsche Position deutlich verschlechtert hat. Bis auf die Mess-Steuer-Regeltechnik sind alle Bereiche durch deutliche Rückgänge der relativen Patentanteile gekennzeichnet und von ehemals 5 Bereichen mit positivem RPA können nur zwei diese Position behaupten. Die Ursache für diese "Entspezialisierung" liegt in allen Fällen signifikanter RPA-Rückgänge ($\Delta RPA \geq 20$) nicht in einer überproportionalen Zunahme des Anteils der Patentanmeldungen im jeweiligen Technikbereich weltweit, sondern in einer überproportionalen Abnahme dieses Anteils innerhalb Deutschlands. D.h. in Deutschland wurden *andere* Präferenzen gesetzt.

Abbildung 3-5 Vergleich der RPA-Werte Deutschlands in verschiedenen Technikbereichen der Wasserwirtschaft in den Zeiträumen 1995-1999 und 2000-2004



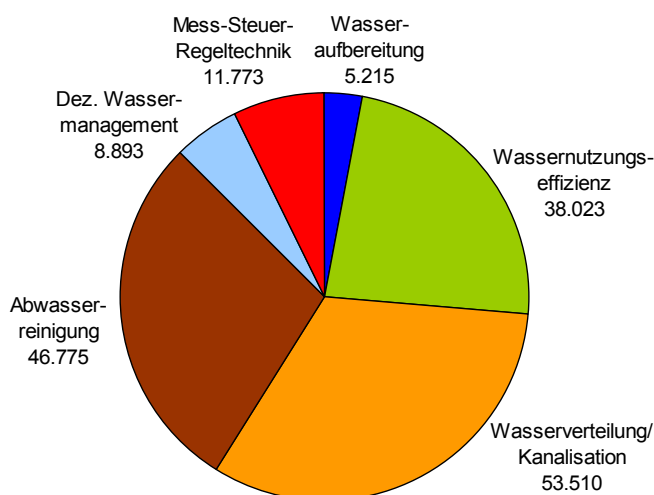
4 Wettbewerbsposition Deutschlands auf dem Weltmarkt

Während die Analyse der Patentierungsaktivitäten Hinweise auf die mögliche zukünftige Wettbewerbsposition eines Landes gibt, spiegelt der Außenhandel die tatsächliche, aktuelle Wettbewerbsfähigkeit im globalen Maßstab wider. Von möglichen Budgetrestriktionen abgesehen werden Güter i.d.R. nur dann aus dem Ausland exportiert, wenn sie hinsichtlich Preis und/oder Qualität den eigenen Produkten überlegen sind. Mit Blick auf nachhaltige, wasserwirtschaftliche Techniklösungen wird daher im Folgenden untersucht, wie Deutschland im Vergleich zu anderen Exportländern in den untersuchten Technologiebereichen positioniert ist.

4.1 Außenhandelsaktivitäten im Bereich wasserwirtschaftlicher Technologien

Das Gesamtvolumen der weltweiten Exporte aller untersuchten, wasserwirtschaftlich relevanten Technologien umfasste im Jahr 2005 mit einem Wert von rund 132 Mrd. Euro etwa 1,9 Prozent des Wertes aller im Rahmen des Außenhandels verkauften Güter (6927 Mrd. Euro). Die Aufteilung dieser Summe auf die verschiedenen wasserwirtschaftlich relevanten Technologiebereiche ist in Abbildung 4-1 dargestellt.

Abbildung 4-1 Weltweite Exportvolumina wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (in Millionen US-Dollar⁸, 2005)

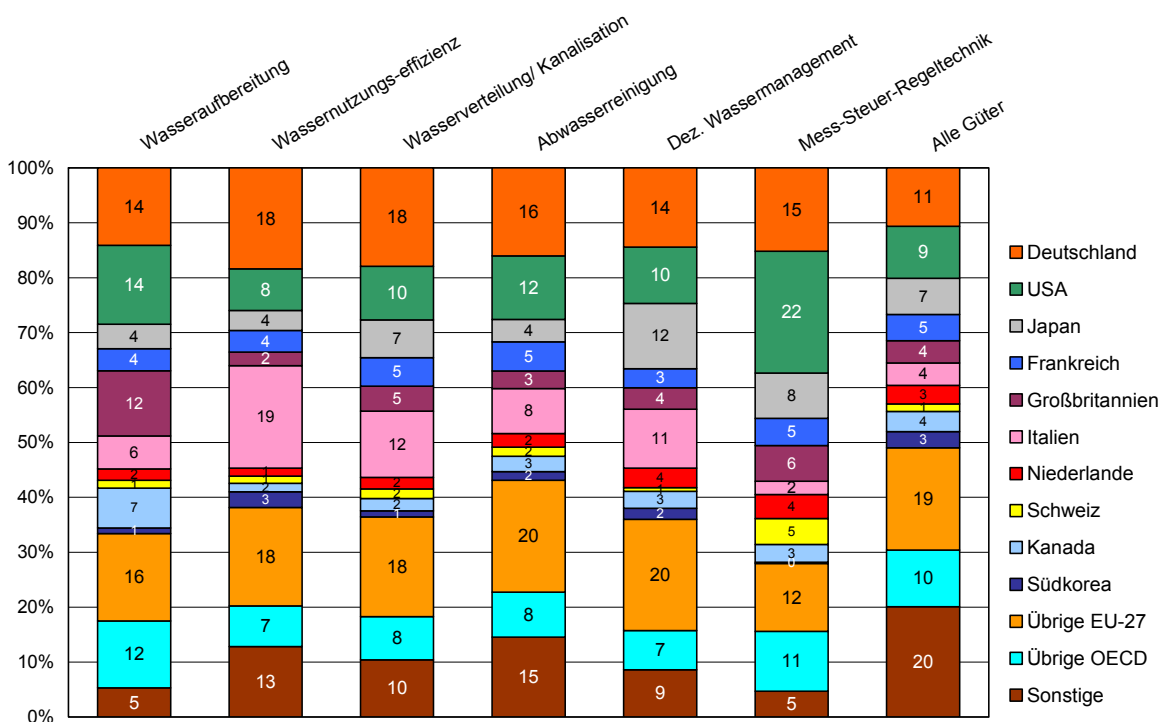


Der Bereich Wasserverteilung/Kanalisation umfasst ein Drittel aller Exporte, gefolgt von der Abwasserreinigung mit 28 und der Wassernutzungseffizienz mit 23 Prozent. Dem stehen die Bereiche Wasseraufbereitung, dezentrales Wassermanagement und Mess-Steuer-Regeltechnik gegenüber, die zusammen gerade 16 Prozent abdecken.

⁸ Im Jahr 2005 betrug der durchschnittliche Wechselkurs: 1 EUR = 1,244 USD

Die Aufteilung dieser Gesamtexportvolumina auf die (aus wasserwirtschaftlicher Sicht) bedeutendsten Exportnationen ist in Abbildung 4-2 dargestellt. Wie der Vergleich mit der rechten Säule (Alle Güter) zeigt, ist "Exportweltmeister" Deutschland gemessen am Welthandelsanteil in allen Technikbereichen noch erfolgreicher als im Durchschnitt aller exportierten Güter. Spitzenreiter mit fast einem Fünftel des gesamten Exportvolumens im jeweiligen Bereich sind die Wassernutzungseffizienz und die Wasserverteilung/Kanalisation, aber auch alle anderen liegen über 14 Prozent. Mit Ausnahme der Wassernutzungseffizienz liegen auch die wasserrelevanten globalen Exportanteile der USA alle über dem Durchschnitt, die Wasseraufbereitung und die Mess-Steuer-Regeltechnik sogar besonders weit. Vergleichsweise schwach schneidet im Vergleich dazu Japan ab, dessen Exportleistung nur in den Bereichen dezentrales Wassermanagement (deutlich) und Mess-Steuer-Regeltechnik leicht über dem Durchschnitt liegt. Überraschend stark ist Italien, das in vier Bereichen (Wassernutzungseffizienz, Wasserverteilung/Kanalisation, Abwasserreinigung und dezentrales Wassermanagement) einen mindestens doppelt so hohen Anteil wie im Durchschnitt erreicht. Die Außenhandelsleistung Frankreichs ist insgesamt über alle Bereiche recht gleichmäßig, aber in keinem Fall herausragend. Demgegenüber weisen andere Länder, die hinsichtlich ihrer Gesamtexportleistung eher schwächer als Frankreich sind, deutliche Exportschwerpunkte auf. Großbritannien ist im Bereich der Wasseraufbereitung und, in geringerem Umfang, der Mess-Steuer-Regeltechnik stark, die Niederlande beim dezentralen Wassermanagement sowie die Schweiz bei der Mess-Steuer-Regeltechnik.

Abbildung 4-2 Anteile der wichtigsten Exportnationen an Ausfuhren aus wasserwirtschaftlich relevanten Technologiebereichen im Jahr 2005 (in Prozent)



Auffallend ist schließlich auch der starke Beitrag der übrigen EU-27 und OECD-Staaten, der in allen Technikbereichen in etwa dem Durchschnitt aller Außenhandels-güter entspricht. Demgegenüber ist der Exportanteil der sonstigen (d.h. insbesondere Entwicklungs-) Länder bei allen wasserwirtschaftlich relevanten Gütern deutlich geringer als im Durchschnitt aller Exportgüter.

4.2 Spezialisierung des Außenhandels

Ebenso wie bei den absoluten Patentanteilen (vgl. Abschnitt 3.2) sind die absoluten Außenhandelszahlen stark von der Größe des betrachteten Landes abhängig. Zusätzlich wird daher eine Spezialisierungskennziffer zur Bewertung herangezogen, die durch Rückgriff auf relative Zahlen von Größeneffekten unabhängig ist. Beim Außenhandel wird in diesem Zusammenhang üblicherweise der RCA („Revealed Comparative Advantage“) gebildet, der neben den Ausfuhren (a) auch die Einfuhren (e) berücksichtigt und insofern als umfassender Indikator der Außenhandelsposition gilt. Er gibt an, inwieweit die Ausfuhr-zu-Einfuhr-Relation eines Landes beim betrachteten Kompetenzfeld von der Ausfuhr-zu-Einfuhr-Relation des Landes bei allen Industriewaren abweicht. Für jedes Land i und jedes Technologiefeld j wird der RCA nach folgender Formel berechnet:

$$RCA_{ij} = 100 \cdot \tanh \left\{ \ln \left[\frac{a_{ij}/e_{ij}}{\left(\sum_j a_{ij} / \sum_j e_{ij} \right)} \right] \right\}$$

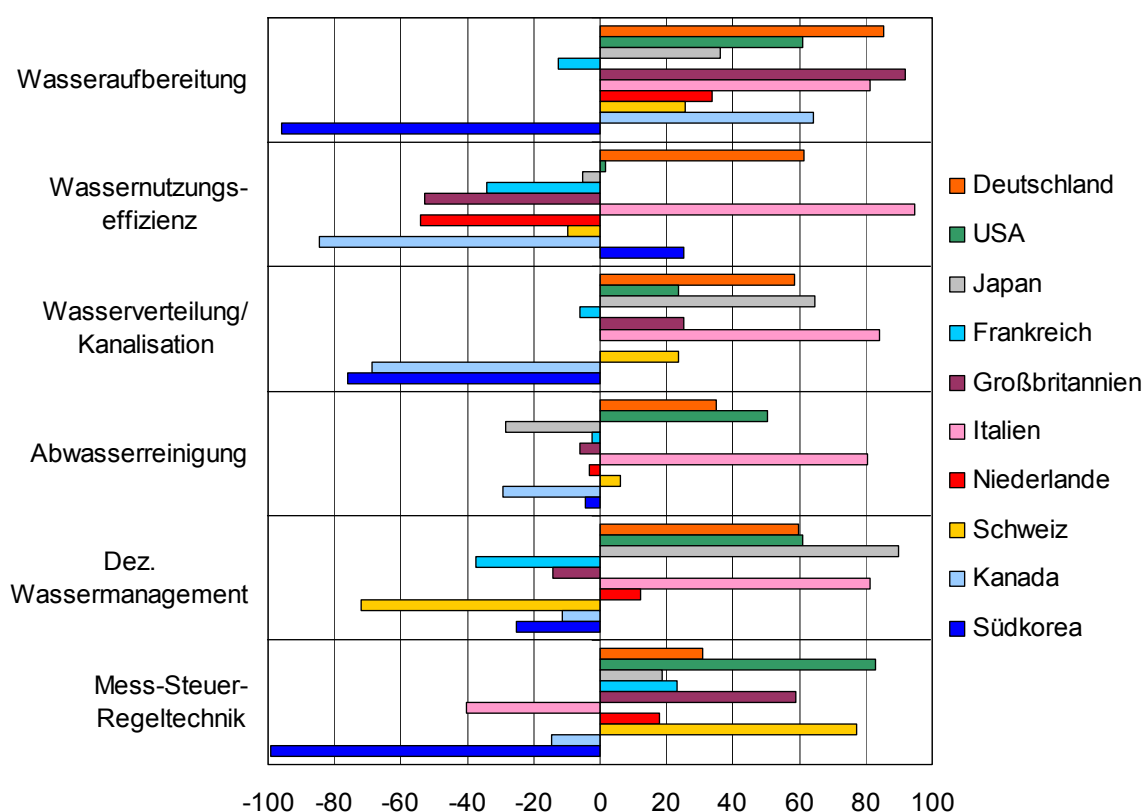
Wie beim RPA weisen positive Vorzeichen auf komparative Vorteile, also auf eine starke internationale Wettbewerbsposition der betrachteten Kompetenzfelder im jeweiligen Land hin.⁹

Obwohl der RCA als Spezialisierungsindikator ähnlich wie der RPA kleinere Nationen tendenziell bevorzugen sollte, kann "Exportweltmeister" Deutschland sich in allen Technologiebereichen mit deutlichen ($RCA > 30$), teilweise sogar hohen RCA-Werten in Szene setzen (vgl. Abbildung 4-3). Hervor treten die Wassernutzungseffizienz, Wasserverteilung/Kanalisation und dezentrales Wassermanagement mit RCA-Werten um 60 und die Wasseraufbereitung mit einem RCA von sogar über 80. Auch die USA nehmen insgesamt eine starke Position ein, da sie mit Ausnahme der Bereiche Wassernutzungseffizienz und Wasserverteilung/Kanalisation überall RCA-Werte

⁹ Der RCA ist allerdings dann schwierig zu interpretieren, wenn Sonderfaktoren auf die Einfuhren einwirken, die nicht die eigentliche Leistungsfähigkeit betreffen. Beispiele hierfür sind ein Importsog aufgrund nachfragefördernder Regulierung oder extrem geringe Einfuhren aufgrund von Importrestriktionen. Daher wurde zur Kontrolle auch der relative Welthandelsanteil (RWA) gebildet, der die Importseite vernachlässigt und von der Logik her genau dem RPA entspricht. Da beim Vergleich keine nennenswerte Anomalie feststellbar war, sind die RWA-Werte nicht aufgeführt.

größer als 50 aufweisen. Besser stellt sich in diesem Zusammenhang insgesamt nur Italien dar, das in allen Bereichen außer der Mess-Steuer-Regeltechnik mit RCA-Werte von über 80 aufwartet. Als weitere nennenswerte Außenhandelskonkurrenten in Einzelbereichen sind Japan (Wasserverteilung/Kanalisation und dez. Wassermanagement), Großbritannien (Wasseraufbereitung und Mess-Steuer-Regeltechnik), Niederlande (Wasseraufbereitung), Schweiz (Mess-Steuer-Regeltechnik) sowie Kanada (Wasseraufbereitung) zu nennen. Sowohl Frankreich als auch Südkorea können nur in jeweils einem Bereich (Mess-Steuer-Regeltechnik bzw. Wassernutzungseffizienz) auf eine signifikant positive Außenhandelsspezialisierung verweisen.

Abbildung 4-3 Vergleich der RCA-Werte der wichtigsten Exportnationen für verschiedene wasserwirtschaftlich relevante Technologiebereiche für das Jahr 2005

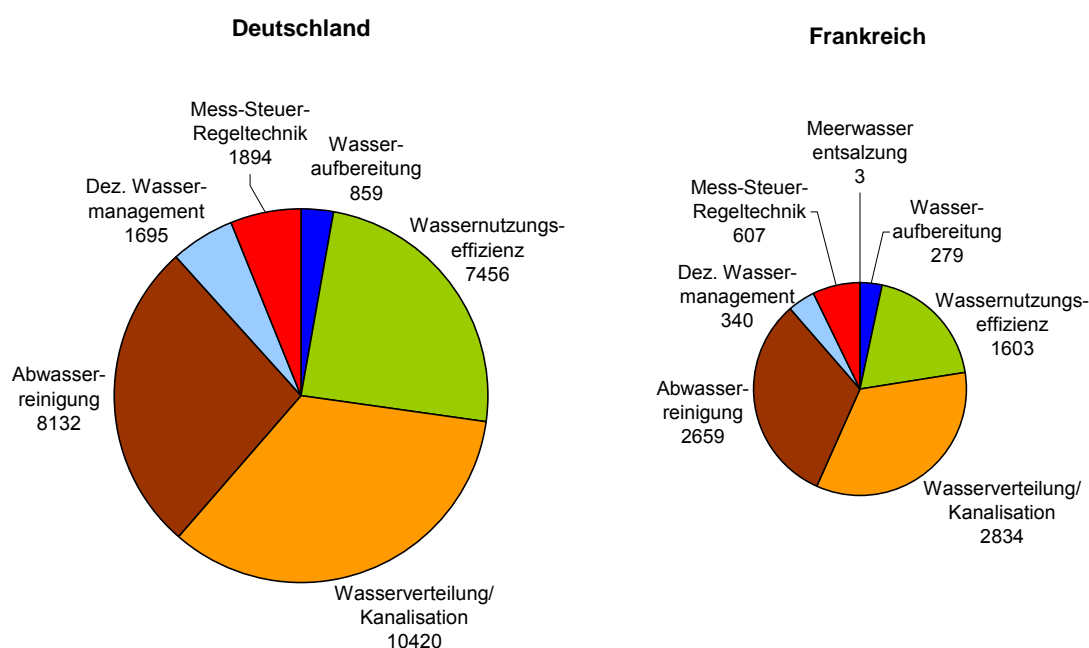


4.3 Zielländer des Außenhandels

Die Wasserwirtschaft unterscheidet sich gerade zwischen Deutschland und Frankreich signifikant hinsichtlich ihrer Organisationsform sowie der Struktur der sie beliefernden Märkte. In diesem Abschnitt wird daher untersucht, ob und welche Auswirkungen diese Unterschiede auf die Struktur des jeweiligen Außenhandels – auf die beteiligten Technologiebereiche und die belieferten Zielländer – haben.

Schon in den Abschnitten 4.1 und 4.2 wurde herausgestellt, dass Frankreich bei insgesamt geringeren Außenhandelsaktivitäten in keinem wasserwirtschaftlich relevanten Technologiebereich eine überdurchschnittliche Außenhandelsbilanz aufweist. Diese Auffassung bestätigt sich in Abbildung 4-4, wo sich vom absoluten Größenunterschied abgesehen die Hauptunterschiede in einem größeren Anteil Deutschlands in den Bereichen Wassernutzungseffizienz und dezentrales Wassermanagement manifestieren, wogegen Frankreich hauptsächlich bei der Abwasserreinigung besser abschneidet.

Abbildung 4-4 Vergleich der Beiträge der wasserwirtschaftlich relevanten Technikbereiche zu den Exportwerten Deutschlands und Frankreichs (in Mill. Euro, 2005; flächenmaßstäbliche Darstellung der Euro-Werte)



Deutlichere Unterschiede ergeben sich beim Vergleich der in Abbildung 4-5 und Abbildung 4-6 dargestellten Zielregionen für den Außenhandel mit wasserwirtschaftlich relevanten Technikgütern. Hier zeigt es sich, dass West-, Mittel- und Nordeuropa als Zielregionen prozentual in beiden Ländern in etwa gleich stark vertreten sind. Unterschiede ergeben sich bei Ost- und Südosteuropa, das stärker von Deutschland bedient wird sowie Südeuropa, für welches Frankreich stärker als Exporteur in Erscheinung tritt. Jenseits Europas fällt vor allem Frankreichs starkes Engagement in Afrika und teilweise im mittleren Osten auf – Regionen, in denen Frankreich auch als Betreiber von Wasser- und Abwasserinfrastruktur verstärkt in Erscheinung tritt. Dem steht teilweise ein leichtes Übergewicht Deutschlands bei Exporten nach Nordamerika und Nord- und Zentralasien gegenüber. Bei den übrigen Regionen ist kein nennenswerter Unterschied auszumachen.

Abbildung 4-5 Regionale Verteilung der Zielregionen deutscher Exporte wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (in Prozent, 2005)

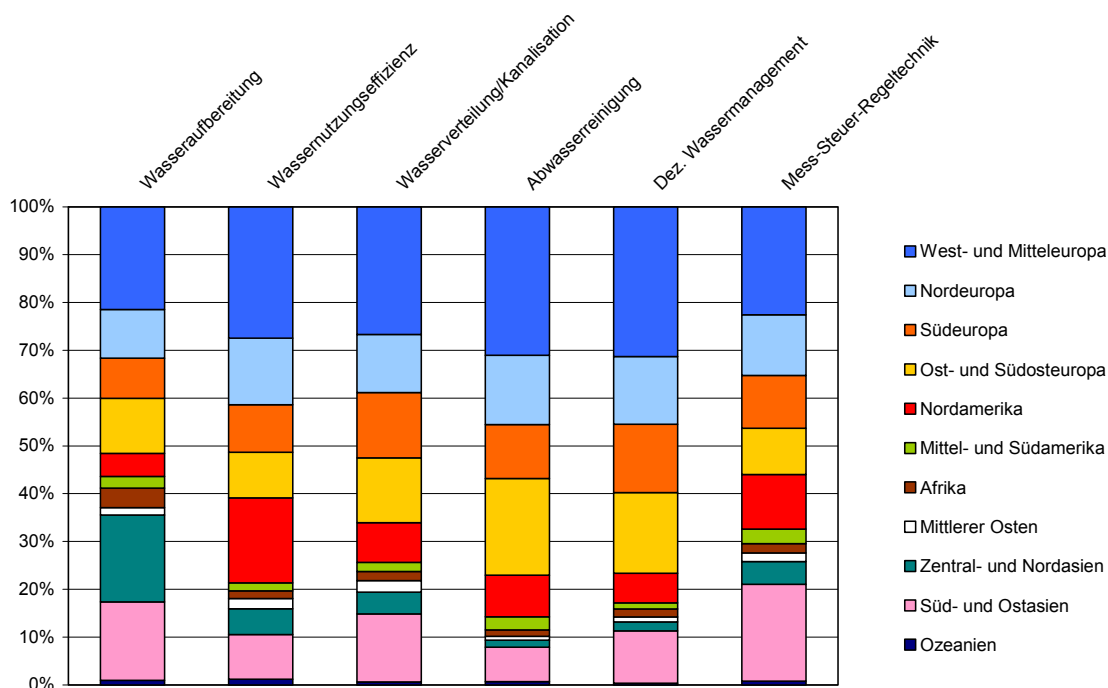
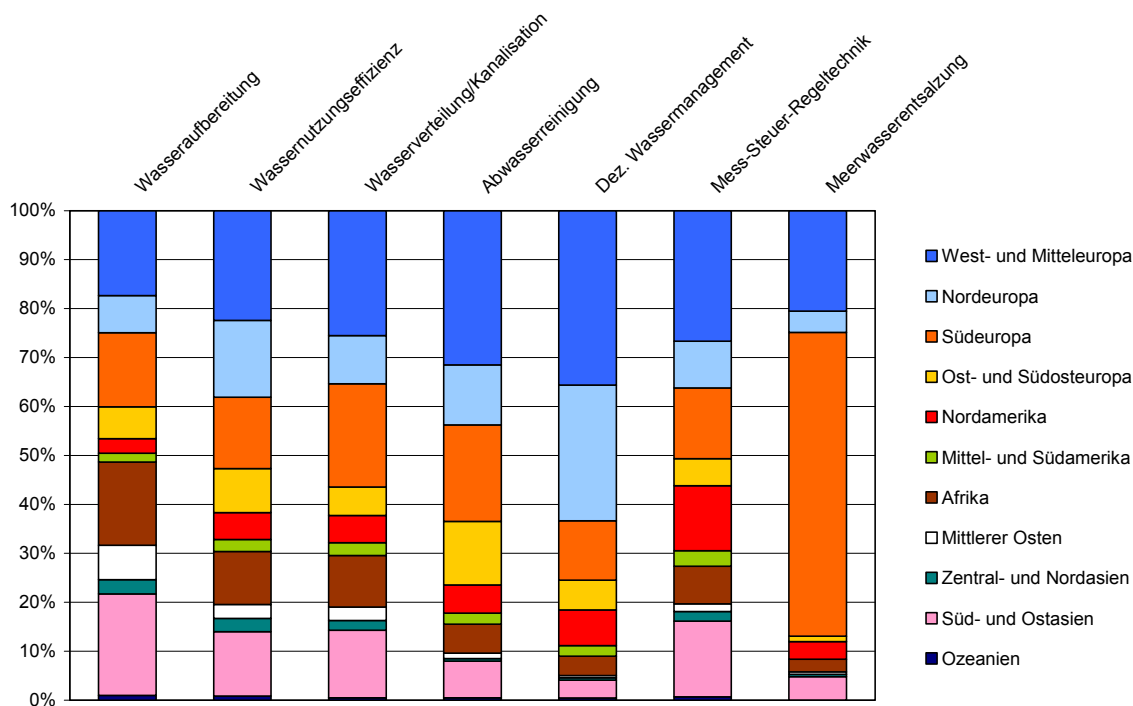


Abbildung 4-6 Regionale Verteilung der Zielregionen französischer Exporte wasserwirtschaftlich relevanter Technologien (in Prozent, 2005)



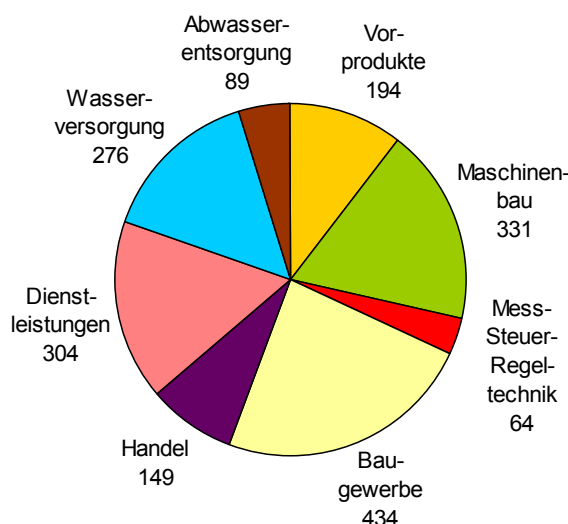
In Abbildung 4-6 wurde zusätzlich die sonst in der Wasseraufbereitung enthaltene Meerwasserentsalzung aufgeführt. Hier zeigt sich bei insgesamt geringem Export-

volumen (vgl. Abbildung 4-4) eine eindeutige Spezialisierung auf die Länder Südeuropas. Der mittlere Osten spielt hier als Zielregion überraschenderweise keine nennenswerte Rolle.

5 Struktur wasserwirtschaftlicher Technologieanbieter in Deutschland

Grundlage für die Analyse der Industriestruktur in verschiedenen wasserwirtschaftlich relevanten Technologiebereichen war zunächst die Hoppenstedt Firmendatenbank, in der relevante Unternehmen anhand ihrer Tätigkeitsbeschreibung selektiert und dann anhand der Branchencodes verschiedenen Bereichen zugeordnet wurden. Ergänzt wurde die Sammlung durch die Liste deutscher, wasserwirtschaftlich relevanter Aussteller auf der 14. Internationalen Fachmesse für Wasser-Abwasser-Abfall-Recycling im April 2005 in München. Aufgrund der branchenbasierten Systematik der Datenbank konnte die im Kapitel 2 entwickelte und in den Kapiteln 3 und 4 angewendete funktionsbasierte Systematik der Wassertechnologien nicht verwendet werden. Einige der in Abbildung 5-1 aufgeführten Bezeichnungen wie z.B. Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Mess-Steuer-Regeltechnik stimmen zwar mit den früher verwendeten überein, allerdings ist festzustellen, dass Wasserver- und Abwasserentsorgung hier eher die Betreiberunternehmen umfassen als die Hersteller und Entwickler entsprechender Anlagen, die in Abbildung 5-1 in den Rubriken Maschinenbau und Baugewerbe anzutreffen sind.

Abbildung 5-1 Anzahl der Unternehmen in verschiedenen Bereichen der Wasserwirtschaft (in 2005)

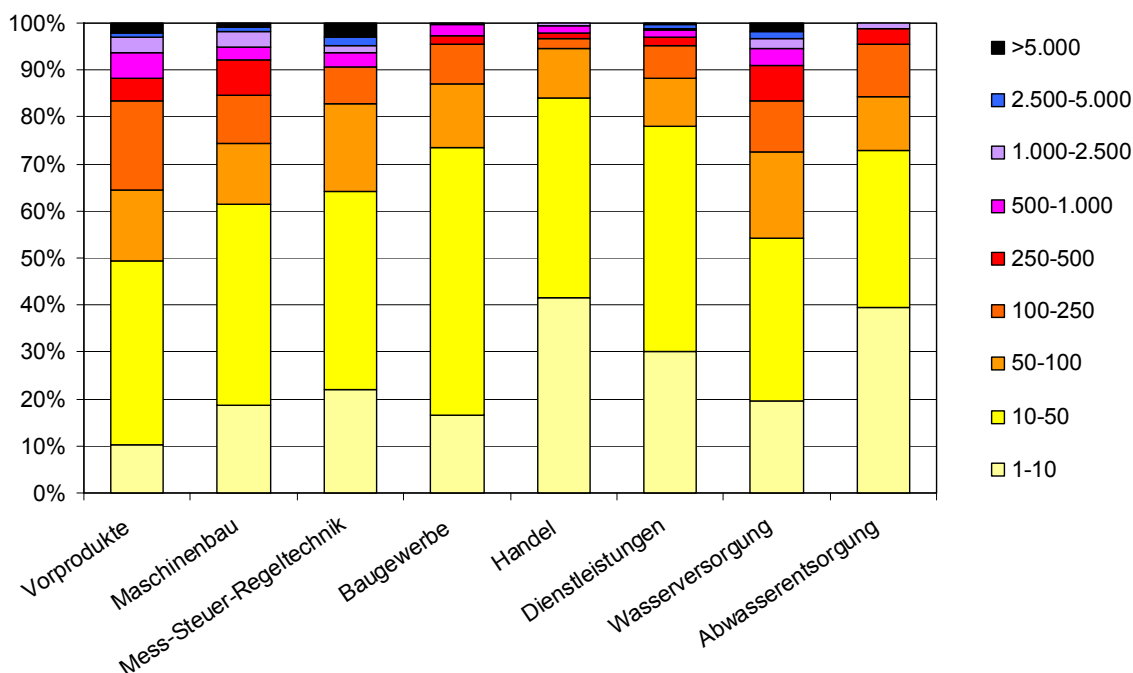


Dennoch deutet es sich bereits bei diesem groben Überblick an, dass die Anzahl der Unternehmen im Bereich der Betreiber von Ver- und Entsorgungsanlagen¹⁰, der ent-

¹⁰ Die tatsächliche Anzahl der in der Abwasserentsorgung tätigen Betriebe dürfte deutlich höher liegen als in Abbildung 5-1 dargestellt, da die verwendete Datenbank Abwasserentsorgung in Eigen- oder Regiebetrieb (d.h. als Teil der öffentlichen Verwaltung *nicht* umfasst).

sprechenden Dienstleister sowie im relevanten Teil des Baugewerbes und Maschinenbaus relativ hoch ist, wogegen sie vor allem im Bereich der Mess-Steuer-Regeltechnik klein ist. Aussagekräftiger als die reine Zahl der Unternehmen ist für die Beurteilung der Marktstruktur jedoch die Größenverteilung der Unternehmen, die in Abbildung 5-2 dargestellt ist. Eine Vielzahl kleiner Unternehmen ist hier vor allem in den Bereichen Abwasserentsorgung, Baugewerbe, Handel und Dienstleistungen festzustellen, wo mehr als 70 Prozent der Firmen weniger als 50 Beschäftigte aufweisen und Firmen mit mehr als 1000 Beschäftigten fast gar nicht anzutreffen sind. Dem stehen die Bereiche Vorprodukte, Maschinenbau, Mess-Steuer-Regeltechnik und Wasserversorgung gegenüber, in denen der Anteil der Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten kleiner als 65 Prozent ist und der Anteil der Unternehmen mit mindestens 1000 Mitarbeitern wenigstens 5 Prozent beträgt. Dabei ist die Tatsache, dass die Unternehmen der Wasserversorgung so hohe Beschäftigtenzahlen aufweisen, teilweise auch darauf zurückzuführen, dass diese Kategorie viele Stadtwerke umfasst, die neben der Wasserversorgung noch eine Reihe anderer Dienstleistungen wie Abfallentsorgung und, vor allem, Energieversorgung erbringen.

Abbildung 5-2 Verteilung der Unternehmensgröße nach Beschäftigten in verschiedenen Bereichen der Wasserwirtschaft (in Prozent, 2005)



Insgesamt ist also festzustellen, dass dienstleistungsnahe Branchen einschließlich Handel und Baugewerbe eine deutlich weniger konzentrierte Marktstruktur aufweisen als die industriell geprägten Branchen, wogegen die Abwasserentsorgung diesbezüglich eher im Mittelfeld einzuordnen ist. Die Größenverteilung der Unternehmen der Wasserversorgung ist eher mit der Struktur der industriell geprägten Branchen vergleichbar, was einerseits der regionalen Ausbreitung einiger Ver-

sorgungsgebiete zuzuschreiben ist, in jüngerer Zeit verstärkt aber auch die Akquisetätigkeit einiger großer, zumeist französischer Unternehmen (z.B. Suez, Veolia) zurückzuführen ist, die durch den Kauf deutscher Firmen ihre Position in Deutschland ausweiten. Mit Ausnahme der Mess-Steuer-Regeltechnik ist hier eine Differenzierung der Analyse auf der Basis der vorhandenen Unternehmensdaten nicht möglich. Um eine solche Differenzierung dennoch vorzunehmen, wurde wieder auf Patentdaten zurückgegriffen. Patentdatenbanken geben zwar keinen direkten Hinweis auf die Größe der patentanmeldenden Unternehmen, es kann aber mit hinreichender Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Zahl der Anmeldungen und die Unternehmensgröße miteinander korrelieren. Vor allem bei größeren Unternehmen kann außerdem davon ausgegangen werden, dass die Vermarktung vorhandener Produkte und die mit der Patentierung einhergehende Entwicklung neuer Produkte Hand in Hand gehen, so dass von den Patentdaten in gewissem Umfang auch auf die Reputation am Markt geschlossen werden kann.

Der große Vorteil der Patentdaten besteht darin, dass zur Differenzierung von Technologiebereichen die gleiche Systematik wie in den Kapiteln 2 bis 4 verwendet werden kann. Das Ergebnis der entsprechenden Analyse ist in Tabelle 5-1 dargestellt.

Tabelle 5-1 Verteilung deutscher Patentanmeldungen im Zeitraum 2000 bis 2004 auf die Anmelde in verschiedenen wasserwirtschaftlichen Technologiebereichen

Technologiebereiche	Patentanteil (in %) der 3 Anmelde mit den meisten Anmeldungen	Anteil (in %) der Anmelde mit 50% der Anmeldungen
Wasseraufbereitung	10,7	26,2
Wassernutzungseffizienz	31,0	11,3
Wasserverteilung/Kanalisation	23,0	17,5
Abwasserreinigung	6,5	28,8
Dez. Wassermanagement	18,5	41,1
Mess-Steuer-Regeltechnik	48,2	2,2

Offensichtlich sind Mess-Steuer-Regeltechnik und Wassernutzungseffizienz die Bereiche mit der höchsten "Patentkonzentration". In beiden Fällen beträgt der Anteil der jeweils drei bedeutendsten Anmelde (d.h. Siemens, Nokia Siemens Networks und Philips im Falle der Mess-Steuer-Regeltechnik sowie Siemens, Bosch und Bosch & Siemens Hausgeräte im Fall der Nutzungseffizienz) an der Summe aller Patentanmeldungen mehr als 30 Prozent, und weniger als 12 Prozent aller Anmelde betreiben die Hälfte aller erfolgreichen Anmeldungen. Auf der anderen Seite ist der Patentanteil der drei bedeutendsten Anmelde in den Bereichen mit der geringsten Patentkonzentration – Wasseraufbereitung und Abwasserentsorgung – kleiner als 11

Prozent und mehr als 25 Prozent aller Anmelder bewerkstelligen die Hälfte aller Anmeldungen. BASF, Henkel und die Fraunhofer Gesellschaft sind in diesen Fällen als wichtigste Anmelder zu nennen. Im Mittelfeld liegen die Bereiche Wasserverteilung/Kanalisation und dezentrales Wassermanagement, wo Firmen wie Aco Severin Ahlmann und Putzmeister sowie A3 und Huber tätig sind.

Im internationalen Vergleich sind die "Patentkonzentrationen" für wichtige Konkurrenzländer Deutschlands in Tabelle 5-2 dargestellt. Die Mess-Steuer-Regeltechnik ist in allen Ländern ein Bereich, in dem wenige Anmelder einen sehr hohen Anteil an allen Patentanmeldungen ausmachen. Dabei ist Deutschland zusammen mit Frankreich und Italien Spitzenreiter; die USA und Großbritannien folgen in einigem Abstand. Dezentrales Wassermanagement weist nur in den USA eine nennenswerte und in Deutschland eine mäßige Patentkonzentration auf. Überall sonst sind die Patente gleichmäßig auf eine kleine Zahl von Anmeldern verteilt. In den verbleibenden Bereichen erreichen die maximalen "Patentkonzentrationen" nur teilweise (Wasseraufbereitung und Wassernutzungseffizienz) nennenswerte Ausmaße; ansonsten sind sie eher mäßig. Dabei führt Deutschland das Ranking in den Bereichen Wassernutzungseffizienz und (zusammen mit Frankreich) Wasserverteilung/Kanalisation an. Frankreich führt in der Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung – beides Bereiche, in denen Deutschland eine eher gleichmäßige Verteilung der Patente auf die Anmelder aufweist. Großbritannien und Italien weisen in allen Bereichen mäßig Konzentrationswerte auf, die USA bis auf eine Ausnahme (Wassernutzungseffizienz) sogar geringe.

Tabelle 5-2 Vergleich der Verteilungen der Patentanmeldungen im Zeitraum 2000 bis 2004 auf die Anmelder in Deutschland und wichtigen Konkurrenzländern (in Prozent der von den jeweils 3 stärksten Anmeldern angemeldeten Patente)

Technologiebereiche	DE	FR	GB	US	IT
Wasseraufbereitung	10,7	36,5	19,6	7,7	15,0
Wasserverteilung/Kanalisation	23,0	23,1	18,2	8,9	17,9
Wassernutzungseffizienz	31,0	21,7	20,4	15,3	14,1
Abwasserreinigung	6,5	23,1	19,1	5,3	17,9
Dez. Wassermanagement	18,5	37,5*	75,0*	22,6	100,0*
Mess-Steuer-Regeltechnik	48,2	54,8	27,1	28,5	60,0

* In den gekennzeichneten Fällen sind die hohen Anteile Ausdruck einer kleinen Zahl von Anmeldern, nicht jedoch Hinweis auf eine hohe "Patentkonzentration". Andere Indikatoren wie der Gini-Index wären besser geeignet, diesen Zusammenhang darzustellen, sind jedoch ansonsten wesentlich weniger anschaulich.

Hinsichtlich der Bewertung dieser Ergebnisse gilt es, zwei Effekte einer Unternehmenskonzentration gegeneinander abzuwägen. Einerseits führt eine hohe Marktkonzentration bei den betroffenen Unternehmen häufig dazu, mehr Ressourcen dafür zu

verwenden, den Wettbewerb auszuschalten, als mit ihrer Hilfe die Innovativität und damit die Eigene Leistungsfähigkeit im Wettbewerb zu erhöhen. Aus dieser Perspektive wäre eine größere Zahl kleinerer Unternehmen positiver zu bewerten als wenige große. Auf der anderen Seite sind im Kontext des internationalen Wettbewerbs und des Außenhandels größere Unternehmen eher als kleine in der Lage, die mit Außenhandelsaktivitäten einhergehenden höheren Transaktionskosten und Risiken zu tragen. Vor diesem Hintergrund wären größere Unternehmen positiver zu bewerten als kleine.

Tatsächlich ist kaum davon auszugehen, dass selbst in den Technikbereichen, denen oben eine hohe "Patentkonzentration" bescheinigt wurde, die Marktkonzentration bereits so groß ist, dass Wettbewerb und Innovationsfähigkeit beeinträchtigt würden. Folglich sollte im dargestellten Fall das zweite Argument zutreffen. Dafür spricht auch, dass die Bereiche mit hoher "Patentkonzentration" auch diejenigen mit hoher Innovationsdynamik sind, während eine niedrige "Patentkonzentration" mit geringer Innovationsdynamik einhergeht (vgl. Abschnitt 3.1 sowie die Bewertungen in Tabelle 6-1).

6 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie auf dem Markt für nachhaltige, wasserwirtschaftliche Technologielösungen mit Hilfe verschiedener methodischer Ansätze untersucht, die an unterschiedlichen Aspekten ansetzen und aus zeitlicher Sicht unterschiedliche Reichweiten aufweisen. Welthandelsanteil und RCA zielen als Außenhandelsindikatoren auf die Wettbewerbsfähigkeit in der *Gegenwart* ab. Absolute und relative Patentanteile spezifizieren die technische Leistungsfähigkeit, die die Grundlage für Innovativität und *zukünftige* Wettbewerbsfähigkeit darstellen. Schließlich wirkt sich die Marktstruktur einerseits auf die Fähigkeit aus, sich Zugang zu schwerer zugänglichen Märkten in der *Gegenwart* zu verschaffen. Andererseits determiniert die Marktstruktur auch die Innovativität und damit wiederum die Wettbewerbsfähigkeit in der *Zukunft*.

Zur Erlangung eines besseren Überblicks sind die Ergebnisse aller Analysen in Tabelle 6-1 zusammengefasst. Die aktuelle Wettbewerbssituation Deutschlands auf den internationalen Märkten stellt sich den Daten zufolge in allen untersuchten Technologiebereichen gut bis sehr gut dar. Das gilt sowohl für den Welthandelsanteil als auch für den Spezialisierungsindikator RCA, der eigentlich eher kleine Exportnationen bevorzugt. Wenn Deutschland trotzdem auch hier sehr gut abschneidet, dann ist dies umso mehr als Ausweis der internationalen Wettbewerbsfähigkeit zu werten. Als wichtigste Konkurrenten konnten über alle Technikbereiche hinweg die USA und Italien identifiziert werden. Darüber hinaus wies Großbritannien starke Positionen bei der Wasseraufarbeitung und der Mess-Steuer-Regeltechnik, Japan bei Wasserverteilung/Kanalisation und dezentralem Wassermanagement, Korea bei der Wassernutzungseffizienz und die Schweiz bei der Mess-Steuer-Regeltechnik auf. Trotz eines guten Rufes als erfolgreicher Akquisiteur großer Wasser- und Abwasserprojekte in Schwellen- und Entwicklungsländern tritt Frankreich erstaunlicherweise in keinem einzigen Technikbereich besonders in Erscheinung. Diese Diskrepanz mag darin begründet sein, dass Frankreichs Beitrag eher operativer und koordinativer als technischer Natur ist.

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 bzw. sehr gut ab, Abwasserreinigung und dezentrales Wassermanagement sind durchschnittlich und bei Wasseraufbereitung und Mess-Steuer-Regeltechnik gerät die deutsche Industrie sogar 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 Auftreten Kanadas, das mit seinen Patentanmeldungen in nicht weniger als fünf

Tabelle 6-1 Vergleich der wasserwirtschaftlich relevanten Technikbereiche hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen anhand der zuvor ermittelten Indikatoren

Indikator	Technikbereiche						Referenz
	Wasser- aufbereitung	Wasser- nutzungs- effizienz	Wasser- verteilung/ Kanalisation	Abwasser- reinigung	Dez. Wasser- management	Mess-Steuer- Regeltechnik	
Innovationsdynamik (Index 2004, Abb. 3-1) (Vergleich DE-Welt, Abb. 3-1, 3-2)	94 —	250 O	209 O	84 —	213 —	565 O	230 *
Patentanteil DE (vgl. Abb. 3-3)	13	20	29	16	14	13	16
RPA DE (vgl. Abb. 3-4)	-22	18	53	-1	-13	-25	0
Welthandelsanteil (vgl. Abb. 4-2)	14	18	18	16	14	15	11
RCA (vgl. Abb. 4-3)	85	61	58	35	60	31	0
"Patentkonzentration" (Patentanteil der 3 stärksten Anmelder, Tab. 5-1)	11	31	23	7	19	48	22
Wichtige internationale Konkurrenten - gemäß Patente	US, JP, CA	US, JP, IT, KR	US, GB, IT, CA	US, JP, FR, CA	US, JP, NL, CA	US, JP, CA, KR	
- gemäß Außenhandel	US, GB, IT	IT, KR, US	US, IT, JP	US, IT	US, JP, IT	US, GB, CH	

* Referenz in diesem Fall ist der jeweilige Index 2004 Welt aus Abb. 3-2

Bewertungen: ++ >> Referenz + > Referenz O ≈ Referenz — < Referenz

der sechs Technikbereiche hervortritt. Offensichtlich stellt die Wasserwirtschaft in diesem Land einen Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten dar, und es dürfte nur eine Frage der Zeit sein, bis sich diese Anstrengungen auch in entsprechend großen Außenhandelserfolgen niederschlagen.

Die Innovationsdynamik (d.h. der relative Anstieg der Patentanmeldungen) in den untersuchten Technikbereichen ist ähnlich heterogen wie die technische Leistungsfähigkeit (gemessen als RPA), allerdings ist ein gutes Abschneiden beim einen Aspekt nicht immer mit einer ebensolchen Leistung beim anderen verbunden. So schneidet die Mess-Steuer-Regeltechnik bei der Innovationsdynamik gut, bei der technischen Leistungsfähigkeit hingegen eher schlechter ab. Umgekehrt treffen bei der Wasserverteilung/Kanalisation mäßige Innovationsdynamik und sehr gute technische Leistungsfähigkeit aufeinander. Konsistenter sind Innovationsdynamik und technische Leistungsfähigkeit im Fall der Wassernutzungseffizienz, wo beide Aspekte gut bewertet werden, beim dezentralen Wassermanagement, das in beiden Zusammenhängen mäßig abschneidet, sowie im Bereich der Wasseraufbereitung, der über weite Strecken schlecht abschneidet.

Alles in Allem ergibt sich für die verschiedenen Technikbereiche folgendes Bild. Sowohl Wassernutzungseffizienz als wesentlicher Aspekt der Nachhaltigkeit als auch Wasserverteilung/Kanalisation, die eher für die traditionelle, zumindest ökonomisch wenig nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft stehen, sind Technikbereiche mit einem bedeutenden Potenzial für die deutsche Industrie. Konkurrenten existieren zwar, können aber aller Voraussicht nach in Schach gehalten werden.

In den Bereichen Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung schlägt sich die sehr gleichmäßige Verteilung von Unternehmen in Deutschland in einer sehr geringen Innovationsdynamik nieder. Diese geringe Dynamik trifft auf eine sowieso schon durchschnittliche bis schlechte technische Leistungsfähigkeit (gemessen am RPA), so dass die Zukunftsperspektive deutscher Unternehmen insgesamt in den betroffenen Bereichen eher schlecht aussieht. Zwar könnte die Ursache für die geringe Innovationsdynamik auch darin bestehen, dass in Deutschland gerade in diesen Bereichen die Tendenz zur Patentierung generell geringer ist. Aber auch dann, wenn die (scheinbar) fehlende Dynamik nicht auf mangelnde Fähigkeit, sondern auf einen Unwillen zur Patentierung zurückzuführen wäre, wirken sich die fehlenden Patente (trotz vorhandenen Know-hows) dahingehend negativ aus, dass die deutschen Produkte im Ausland keinem Know-how-Schutz unterlägen.

Bei dezentralem Wassermanagement und Mess-Steuer-Regeltechnik schließlich gilt es, vorhandene negative Aspekte so zu beeinflussen, dass die ebenfalls vorhandenen positiven Aspekte zum Tragen kommen. So hat der Bereich der Mess-Steuer-Regeltechnik ein bedeutsames Potenzial, wenn es gelingt, die Innovationsdynamik weiter

fortzuführen, so dass die gegenwärtige Schwäche in der technischen Leistungsfähigkeit überwunden werden kann. Hinsichtlich des dezentralen Wassermanagements lag die Innovationsdynamik in den 1990er Jahren bereits auf Weltniveau. Wenn es gelingt, diese Entwicklung wieder aufzugreifen, dann kann sich auch die technische Leistungsfähigkeit wieder verbessern und die gegenwärtige gute Außenhandelsposition auf Dauer gehalten werden.

7 Literatur

- Blind, K.; Frietsch, R. (2006): Integration verschiedener Technologieindikatoren. Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 16-2006, Karlsruhe: Fraunhofer ISI
- Fagerberg, J. (1995): Technology and Competitiveness, in: Oxford Review of Economic Policy, Vol. 12, No.3, S. 39-51.
- Grupp, H. (1997): Messung und Erklärung des technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik., Springer-Lehrbuch, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Legler, H., Schmoch, U., Gehrke, B., Krawczyk, O. (2003): Innovationsindikatoren zur Umweltwirtschaft – Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 2-2003, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung und Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung im Auftrag des BMBF.
- Legler, H., Krawczyk, O., Walz, R., Eichhammer, W., Frietsch, R. (2006): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich, UBA-Texte 16/06, Dessau.
- Legler, H.; Krawczyk, O.; Rammer, C.; Frietsch, R. (2007): Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (ed.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 20-2007, Berlin.