

Lienert, J.; Monstadt, J.; Truffer, B., 2006: Future Scenarios for a Sustainable Water Sector. A Case Study from Switzerland. In: *Environmental Science and Technology* 40 (2006), S. 436–442

Lindstädt, H.; Hauser, R., 2004: Strategische Wirkungsbereiche des Unternehmens. Spielräume und Integrationsgrenzen erkennen und gestalten. Wiesbaden

Porter, M.E.; van der Linde, C., 1995: Green and Competitive: Ending the Stalemate. In: *Harvard Business Review* 73 (1995), S. 120–134

Kontakt

Dr. Engelbert Schramm
 Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)
 Hamburger Allee 45, 60486 Frankfurt a. M.
 Tel.: +49 (0) 69 / 7 07 69 19 - 17
 Fax: +49 (0) 69 / 7 07 69 19 - 11
 E-Mail: schramm@isoe.de
 Internet: <http://www.isoe.de/>

« »

Roadmap Umwelttechnologien 2020

Strategische Handlungsoptionen für die Prioritätensetzung in der künftigen Förderpolitik

von **Juliane Jörissen, Oliver Parodi, Jens Schippl und Nora Weinberger, ITAS**

Ihre international anerkannte Stellung verdankt die deutsche Umweltschutzindustrie nicht zuletzt den regulativen und förderpolitischen Rahmenbedingungen in Deutschland. Das ausgeprägte Umweltbewusstsein der Bürger in Verbindung mit politischen Weichenstellungen und einer konsequenten Umweltschutzgesetzgebung haben dazu geführt, dass sich Umwelttechnologien schon früh auf einem anspruchsvollen Binnenmarkt behaupten mussten. Dank dieser Konstellation können deutsche Unternehmen heute in einigen Sparten (z. B. erneuerbare Energien, Recycling und Luftreinhaltung) weltweit Maßstäbe setzen (BMBF 2007). Um globalen Herausforderungen wie dem Klimawandel oder der zunehmenden Wasser- und Rohstoffknappheit effektiv begegnen zu können, erscheint es daher umso wichtiger, dass die Politik frühzeitig die richtigen Prioritäten setzt, um umweltbezogene Innovationen gezielt zu fördern.

1 Zielsetzung

Strategische Handlungsoptionen für die Prioritätensetzung in der künftigen Forschungsförderung aufzuzeigen, war das Ziel des Projekts „Roadmap Umwelttechnologien 2020“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und im September 2009 abgeschlossen wurde (Schippl et al. 2009). Ausgehend von einem weit gefassten Begriff der Umwelttechnologien, der neben Konzepten und Techniken zur Vermeidung, Verminderung und Beseitigung von Umweltbeeinträchtigungen auch Produkte und produktbezogene Dienstleistungen einschließt, wurde untersucht, welchen Beitrag Forschung und Innovation zur Lösung von Umweltproblemen leisten können. Im Mittelpunkt der Studie stand die Frage, welche mittel- bis langfristigen Entwicklungen in der Umwelttechnik heute absehbar sind und unter dem Aspekt der Vorsorge-

forschung in besonderem Maße als notwendig und wünschenswert betrachtet werden können. Die Beantwortung dieser Frage erforderte die Kombination einer *problem-orientierten* Vorgehensweise (Wo besteht in Anbetracht der heutigen Umweltsituation dringender Handlungsbedarf? Welche Technologien werden benötigt?) und einer *technikinduzierten* Vorgehensweise (Welche Angebote und Perspektiven ergeben sich aus dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt?).

In enger Absprache mit dem Auftraggeber wurden sieben Umwelthandlungsfelder ausgewählt, auf welche die Untersuchungen fokussiert waren: Klimaschutz, Luftreinhaltung, Wassermanagement, Bodenschutz, Schonung endlicher Ressourcen, Abfallwirtschaft, Erhalt von Natur und Biodiversität. Technologien zur Energieumwandlung, -erzeugung und -nutzung waren nicht Gegenstand der Studie.

2 Methodik und Vorgehensweise

Das Projekt war in drei Phasen unterteilt, die sich durch unterschiedliche methodische Ansätze auszeichneten. In *Phase 1* wurden in einem State-of-the-Art-Report die **drängendsten** Umweltprobleme in den oben genannten sieben Handlungsfeldern identifiziert sowie potenzielle technologische Lösungsoptionen aufgezeigt. Diese Arbeiten stützten sich auf eine umfangreiche Literaturrecherche, die durch Experteninterviews ergänzt und validiert wurde.

Auf Basis des State-of-the-Art-Reports (Schippel et al. 2008) wurden in *Phase 2* besonders relevante Technologiebereiche für eine breit angelegte schriftliche Expertenbefragung ausgewählt. Für die Zwecke der Befragung wurden die im Projekt behandelten sieben Handlungsfelder zu vier Themenclustern zusammengefasst:

- Cluster A: Wassermanagement
- Cluster B: Klimaschutz/Luftreinhaltung
- Cluster C: Bodenschutz und Erhalt der Biodiversität/Naturschutz
- Cluster D: Erhöhung der Rohstoffproduktivität/Kreislaufwirtschaft

Jedes dieser vier Themencluster umfasste ca. 20 funktionale Beschreibungen von Technologien, Verfahren oder Konzepten, denen ausgehend von

den Ergebnissen in Phase 1 ein hohes Problemlösungspotenzial zuzuschreiben ist. Zu jedem Technologiebereich wurden sechs Unterfragen gestellt, die sich auf die Bedeutung der Technologie zur Bewältigung der Umweltprobleme, den Forschungs- und Förderbedarf, das Marktpotenzial, die Stellung Deutschlands im internationalen Vergleich sowie mögliche Hemmnisse für den erfolgreichen Einsatz der Technologie bezogen.

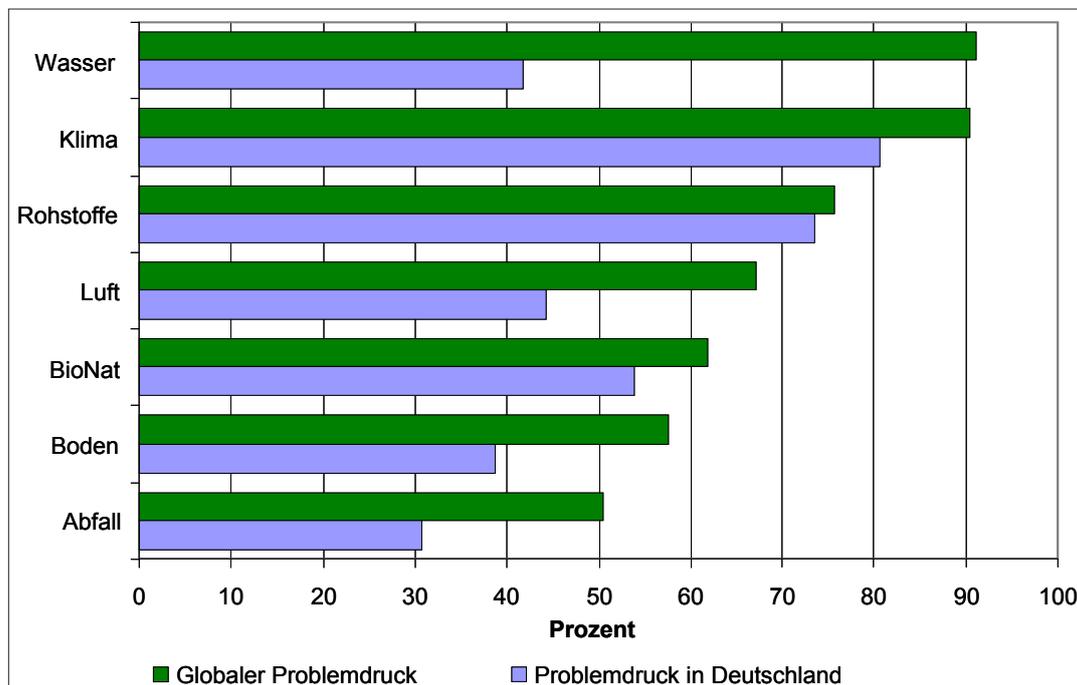
Neben den vier inhaltlichen Themenkomplexen gab es im Fragebogen einen allgemeinen Teil, der drei übergreifende Fragen enthielt. Diese betrafen den Problemdruck in den sieben Umwelthandlungsfeldern global und national sowie den Bedarf an öffentlicher Förderung der Entwicklung von Umwelttechnologien in Deutschland. Der Fragebogen wurde an rund 1.750 Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung verschickt, von denen 440 antworteten.

In *Phase 3* wurde die Umfrage mit Hilfe von SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) statistisch erfasst und ausgewertet. Die vorläufigen Ergebnisse der Auswertung wurden in vier themenspezifischen Workshops einem ausgewählten Kreis von Experten vorgestellt und diskutiert. Diese Workshops dienten einerseits der kritischen Auseinandersetzung mit den Umfrageergebnissen, andererseits als Forum für langfristig angelegte, eher visionäre Reflektionen über den Zeitraum 2020 hinaus und bildeten den letzten Schritt der Datenerhebung. Die Ergebnisse des Projekts sind somit das Resultat eines komplexen Prozesses der Erfassung, Aggregation und Auswertung von Expertenwissen, der mit mehreren Rückkopplungsschleifen versehen war, um ein möglichst hohes Maß an Verlässlichkeit und Transparenz sicherzustellen. Zentrale Ergebnisse der Studie sollen im Folgenden dargestellt werden.

3 Der globale und nationale Problemdruck im Umweltbereich

Wie Abbildung 1 zeigt, sehen die Befragten den größten Problemdruck auf globaler Ebene in den Bereichen Wasser, Klima und Rohstoffe, was sich mit den Ergebnissen zahlreicher anderer Studien deckt und mit der Rangfolge der Zielfelder im „Masterplan Umwelttechnologien“ der Bundesregierung kompatibel ist (BMBF, BMU 2008). Aus nationaler Sicht steht der Klimaschutz an

Abb. 1: Einschätzung des globalen Problemdrucks in den sieben Umwelthandlungsfeldern*



* = Anteil der Befragten die den Problemdruck als hoch oder sehr hoch einschätzen in %

Quelle: Schippl et al. 2009, S. 21

erster Stelle, gefolgt von dem Bereich Rohstoffe, während das Wassermanagement mit Blick auf Deutschland auf die unteren Ränge verwiesen wird. Der Problemdruck im Bereich Biodiversität/Naturschutz wird auf globaler Ebene höher eingeschätzt als auf nationaler, gleichwohl steht der Bereich im nationalen Ranking auf Platz drei, im globalen erst auf Platz fünf. Auch den Problemen im Bereich der Luftreinhaltung wird im globalen Kontext deutlich höhere Bedeutung beigemessen als im nationalen.

Die Ergebnisse der schriftlichen Umfrage, sowohl zu den allgemeinen wie zu den technologiespezifischen Fragen, waren Gegenstand der Diskussion in den Experten-Workshops. Dabei wurde das Befragungsergebnis in vielerlei Hinsicht argumentativ gestützt, in einigen Punkten aber auch hinterfragt. So deckte sich die Priorisierung der drei Top-Themen „Wassermanagement“, „Klimaschutz“ und „Erhöhung der Rohstoffproduktivität“ auf globaler Ebene mit der Einschätzung der Workshop-Teilnehmer. Die relativ geringe Bedeutung, die dem Handlungsfeld Luftreinhaltung vor allem auf nationaler Ebene beigemessen wurde, konnten dagegen viele der

Workshop-Teilnehmer nicht nachvollziehen. Ihrer Ansicht nach werde die Relevanz der Luftreinhaltung für den Gesundheits- und Umweltschutz im Vergleich zum heute allseits diskutierten Thema Klimawandel erheblich unterschätzt, auch mit Bezug auf Deutschland.

Der hohe globale Problemdruck im Bereich Wassermanagement wurde im Workshop bestätigt, während die relativ niedrige Gewichtung dieser Problematik auf nationaler Ebene – gerade unter den Randbedingungen des Klimawandels – kritisiert wurde. Die Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung einer wachsenden Weltbevölkerung wurde als ein zentrales Thema für die Zukunft angesehen. Dies könnte nach Ansicht der Workshopteilnehmer auch eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung von Flächen erfordern, was einen erhöhten Wasserverbrauch implizieren und eine Anpassung an sich ändernde Niederschlagsverhältnisse verlangen würde. Zu erwarten sei eine verstärkte Abnahme der Sommerniederschläge in Europa, gefolgt von einer starken Zunahme der Bewässerungslandwirtschaft. Dies gelte vor allem im Mittelmeerraum, aber auch in Deutschland. In diesem Kon-

text wurden intelligente Bewässerungssysteme, Technologien zur Nährstoffrückgewinnung, Nutzungsoptimierungen und innovative Bewirtschaftungssysteme als wichtige Themen für die Zukunft herausgestellt. Ein weiterer Schwerpunkt wurde in der Entwicklung integrierter Versorgungssysteme für urbane Räume gesehen, wobei sowohl schrumpfenden Städten als auch extrem schnell wachsenden Städten (Megacities) besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte.

4 Forschungs- und Förderbedarf

Im Hinblick auf den Forschungs- und Förderbedarf wurde im Fragebogen zwischen vier Kategorien unterschieden: „Grundlagenforschung“, „Technologieentwicklung“, „Demonstration und Marketing“ und „Anpassung an die Anforderungen der Schwellen- und Entwicklungsländer“. Die persönliche Einschätzung konnte jeweils auf einer fünfwertigen Skala (von „hoch“ bis „gering“) eingetragen werden, ergänzt um die Kategorie „kein Bedarf“. Wie die Ergebnisse zeigen, wird der Bedarf an Technologieentwicklung in allen Clustern als relativ hoch eingeschätzt. Bedarf an Grundlagenforschung wird, wie zu erwarten, vornehmlich bei den Technologien gesehen, die sich noch in einem recht frühen Entwicklungsstadium befinden; dazu gehören die industrielle CO₂-Nutzung, die Entwicklung neuer Synthesewege mit hoher Selektivität oder der Entfernung von Mikroverunreinigungen aus Gewässern. Demgegenüber liegt der Schwerpunkt bei den „reifen“ Technologien eher im Bereich „Demonstration und Marketing“ (wie z. B. bei Technologien zur Reduktion der Landschaftszerschneidung, zur Aufbereitung von Sekundärrohstoffen, zur Wärmedämmung von Gebäuden oder zur Abgasreinigung von Kleinfeuerungsanlagen). Hoher Forschungsbedarf zur Anpassung an die Anforderungen der Schwellen- und Entwicklungsländern wird insbesondere bei Technologien aus dem Bereich Wassermanagement konstatiert (z. B. Meer- und Brackwasserentsalzung mit erneuerbaren Energien, bedarfsgerechte Bewässerung, Verbesserung der Wasserspeicherkapazität von Böden und Nutzung der Luftfeuchtigkeit).

Weiterhin machen die Ergebnisse deutlich, dass eine enge Korrelation zwischen Forschungs-

und Förderbedarf besteht, d. h. der Bedarf an öffentlicher Förderung wird über alle Cluster hinweg in der Regel geringfügig unterhalb des Forschungsbedarfs angesiedelt. Größere Abweichungen bestehen am häufigsten in der Kategorie „Demonstration und Marketing“. Daraus kann man die Schlussfolgerung ziehen, dass die Verantwortung für diesen Bereich eher der Industrie als der öffentlichen Hand zugewiesen wird.

5 Ranking der Technologien nach ihrem Problemlösungspotenzial

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Technologiebereiche, denen in jedem Cluster das größte Potenzial zur Bewältigung der drängendsten Umweltprobleme beigemessen wird.

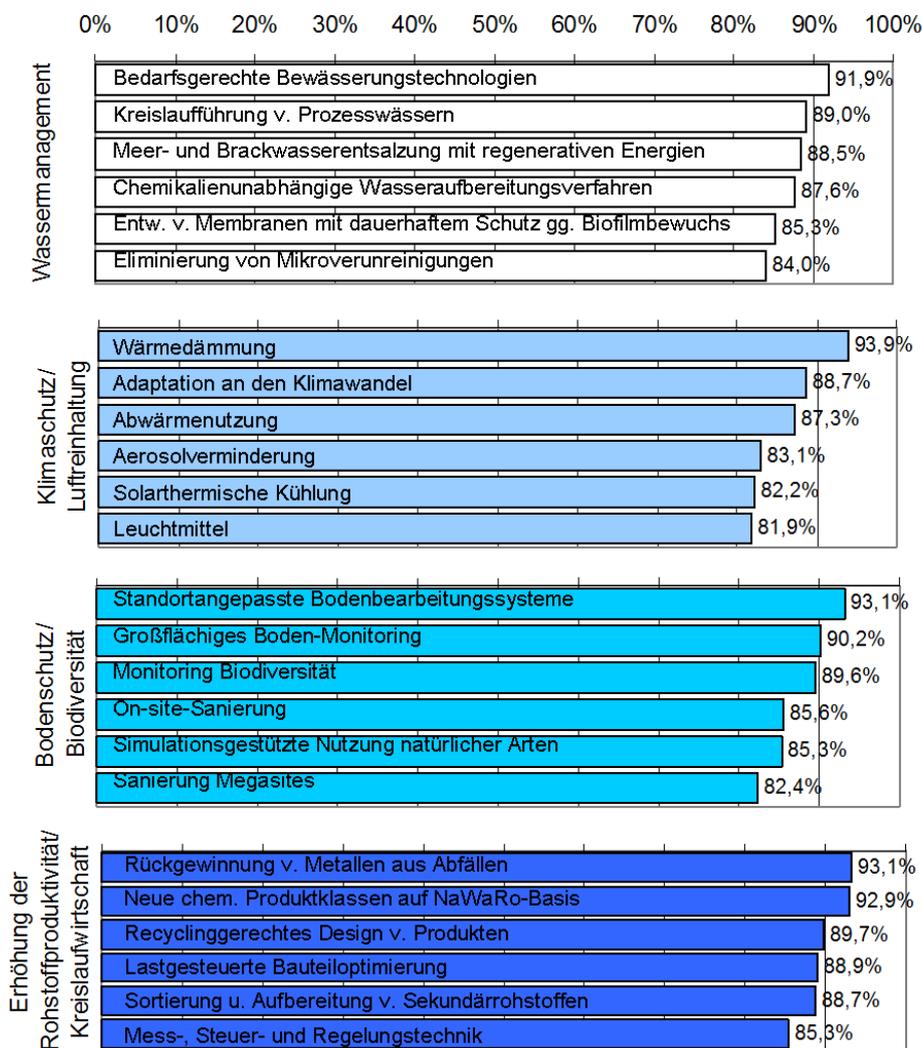
Bei diesem Ranking ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Vergleichbarkeit der Technologiebereiche durch die pro Cluster verschiedenen großen Grundgesamtheiten der antwortenden Personen sowie durch die unterschiedlichen Aggregationsebenen (teilweise geht es um sehr spezifische Einzeltechnologien wie z. B. lastgesteuerte Bauteiloptimierung, teilweise um breit angelegte Forschungsfelder wie z. B. Adaption an den Klimawandel) eingeschränkt ist. So könnte man vermuten, dass relativ breit formulierte Technologiebereiche, die eine ganze Reihe von Einzeltechnologien abdecken, generell ein größeres Problemlösungspotenzial zugeschrieben wurde als sehr spezifischen Einzeltechnologien. Dennoch gibt die Abbildung einen Eindruck davon, welchen Technologien aus Sicht der Experten die größte Relevanz zukommt.

6 Ranking der Technologien nach ihrem Marktpotenzial

Abbildung 3 zeigt, welchen Technologiebereichen über alle Cluster hinweg die höchsten Marktchancen im gewichteten Mittel zugeschrieben wurden. Dem Aufbau der Frage entsprechend wird dabei nach Industrieländern, Schwellenländern und Entwicklungsländern unterschieden.

Die Darstellung demonstriert, dass die höchsten Marktpotenziale in den Industrieländern bei Technologien aus den Clustern „Klimaschutz/Luftreinhaltung“ (B) und „Rohstoffproduktivität/

Abb. 2: Ranking der Technologien nach ihrem Problemlösungspotenzial*



* Anteil der Befragten, die die zukünftige Bedeutung dieser Technologien für die Problemlösung als wichtig oder äußerst wichtig einschätzten in %

Quelle: Schippl et al. 2009, S. 209, 222, 234, 252

Kreislaufwirtschaft“ (D) gesehen werden. Dieses Ergebnis lässt sich zum einen dadurch erklären, dass hier vornehmlich Hightech-Lösungen zur Geltung kommen, die auf die Märkte hoch technisierter Gesellschaften zugeschnitten sind, zum anderen damit, dass die Themen Klimaschutz und Rohstoffe derzeit die umweltpolitische Debatte in den Industrieländern bestimmen. Keine dieser Technologien findet sich bei den Schwellen- und Entwicklungsländern unter den ersten acht.

Im Gegensatz dazu dominieren unter den ersten acht Technologiebereichen in den Ent-

wicklungsländern die Technologien aus dem Bereich „Wassermanagement“ (A) und Bodenschutz (C). Begründen lässt sich dies mit der Trinkwasserknappheit und den agrarisch geprägten Wirtschaftssystemen vieler Entwicklungsländer. Bei den Schwellenländern finden sich ebenfalls mehrere Technologien mit Bezug zur Landwirtschaft; so steht die bedarfsgerechte Bewässerung wie bei den Entwicklungsländern an erster Stelle. In beiden Länderkategorien weist die standortangepasste Bodenbearbeitung auf die sehr hohe Relevanz des Problems Bodenerosion hin.

Abb. 3: Ranking der Umwelttechnologien nach ihren Marktpotenzialen in verschiedenen Länderkategorien*

Marktpotenzial in Industrieländern		Marktpotenzial in Schwellenländern		Marktpotenzial in Entwicklungsländern	
1	Leuchtmittel (B)	1	Bedarfsgerechte Bewässerung (A)	1	Bedarfsgerechte Bewässerung (A)
2	Wärmedämmung (B)	2	Adaptation an den Klimawandel (B)	2	Meer- und Brackwasserentsalzung (A)
3	Werkstoffe für den Metall-Leichtbau (D)	3	Großflächiges Boden-Monitoring (C)	3	Adaptation an den Klimawandel (B)
4	Dünnschichttechnologien (D)	4	Solarthermische Kühlung (B)	4	Erhöhung d. Wasserspeicherkapazität von Böden (A)
5	Substitution knapper Metalle (D)	5	Metallrückgewinnung aus Abfällen (D)	5	Chemikalienunabhängige Wasseraufbereitung (A)
6	Elektrische Antriebe (B)	6	Meer- u. Brackwasserentsalzung (A)	6	Züchtung mehrjähriger Sorten (C)
7	Abwärmenutzung (B)	7	Sortierung u. Aufbereitung v. Sekundärrohstoffen (D)	7	Standortangepasste Bodenbearbeitung (C)
8	Mess-, Steuer- und Regeltechnik (D)	8	Standortangepasste Bodenbearbeitung (C)	8	Aquakulturen (A)

* A = Wassermanagement; B = Klimaschutz/Luftreinhaltung, C = Bodenschutz/Erhalt der Biodiversität/Naturschutz, D = Erhöhung der Rohstoffproduktivität/Kreislaufwirtschaft

Quelle: Schippl et al. 2009, S. 268

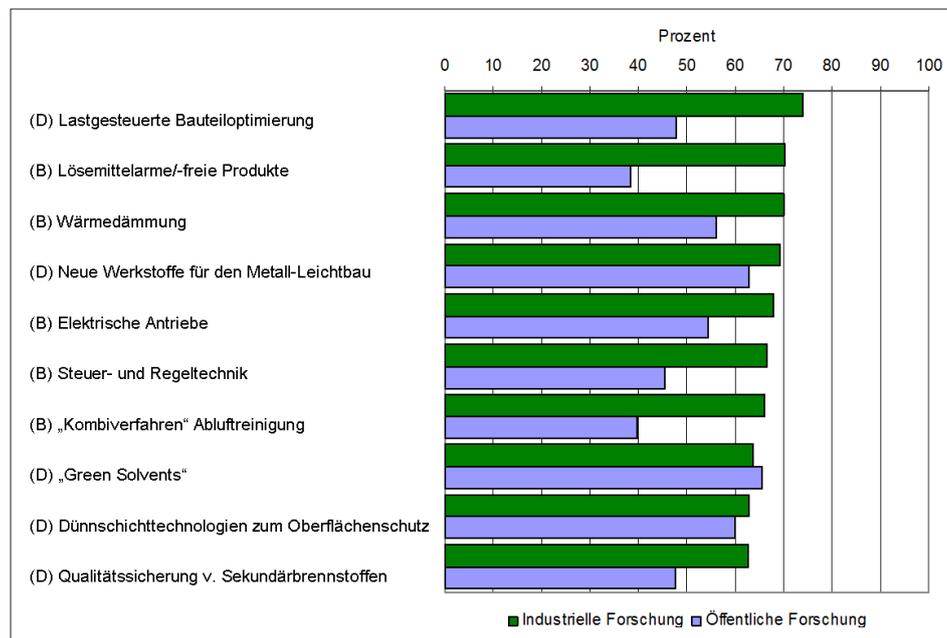
Nur bei den Schwellenländern sind alle Cluster unter den ersten acht Technologien vertreten, allerdings mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen. In den Industrieländern stehen im Cluster „Klima/Luftreinhaltung“ Technologien im Vordergrund, bei denen es um den Aspekt der Energieeinsparung geht (Leuchtmittel, Wärmedämmung, Elektromotoren, Abwärmenutzung), in den Schwellenländern liegt der Fokus dagegen auf Technologien zur Adaption an den Klimawandel und zur solarthermischen Kühlung. Im Cluster „Rohstoffproduktivität/Kreislaufwirtschaft“ hat in den Industrieländern die Effizienz der Rohstoffnutzung höchste Priorität, während es in den Schwellenländern in erster Linie um die Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abfällen geht.

Generell lässt die Graphik den Schluss zu, dass die Marktpotenziale von Technologien in engem Zusammenhang mit den jeweiligen Verhältnissen und den spezifischen ökologischen Problemlagen in unterschiedlichen Länderkategorien gesehen werden. Diese Schlussfolgerung wird dadurch bestätigt, dass viele der Technologien, denen große Marktchancen eingeräumt werden,

auch hinsichtlich ihres Problemlösungspotenzials hoch gerankt sind (vgl. Abb. 2). Einschränkend ist anzumerken, dass diese Ergebnisse der Studie hinsichtlich ihrer Vergleichbarkeit und Aussagekraft mit gewisser Vorsicht zu betrachten sind. Dies v. a., weil sie eine methodische Schwäche anderer vorliegender Abschätzungen zu den Marktpotenzialen von Umwelttechnologien nicht überwinden können: die starke Angebotslastigkeit der Methode. Es wurden *deutsche* Experten zu den spezifischen Problemen, Anforderungen und Märkten in *anderen* Weltregionen befragt, während auf eine detaillierte Analyse der Nachfragestrukturen in den Zielländern selbst verzichtet werden musste.

7 Stellung Deutschlands im internationalen Vergleich

Abbildung 4 zeigt die Position Deutschlands im internationalen Vergleich, wobei zwischen industrieller und öffentlicher Forschung unterschieden wird.

Abb. 4: Ranking der Umwelttechnologien nach der Exzellenz der industriellen Forschung***

* Anteil der Befragten, die die Position Deutschlands im internationalen Vergleich als überdurchschnittlich oder sogar herausragend einschätzen in %

** A = Wassermanagement; B = Klimaschutz/Luftreinhaltung, C = Bodenschutz/Erhalt der Biodiversität/Naturschutz, D = Erhöhung der Rohstoffproduktivität/Kreislaufwirtschaft

Quelle: Schippl et al. 2009, S. 270

Bei den „Top Ten“ der industriellen Forschung handelt es sich ausnahmslos um Technologien aus den beiden Clustern „Klimaschutz/Luftreinhaltung“ (B) und „Rohstoffproduktivität/Kreislaufwirtschaft“ (D), während Technologien aus den Clustern „Wassermanagement“ (A) sowie „Bodenschutz/Erhalt der Biodiversität/Naturschutz“ (C) überhaupt nicht vertreten sind. Das Bild stimmt in vielen Punkten mit dem Ranking nach Marktpotenzialen in den Industrieländern überein (vgl. Abb. 3). Daraus lässt sich die These ableiten, dass die industrielle Forschung in Deutschland in erster Linie auf Technologien fokussiert ist, die sich in hoch entwickelten Staaten gut vermarkten lassen, während sie die Schwellen- und Entwicklungsländer als künftige Absatzmärkte für Umwelttechnologien nicht oder zumindest nicht vorrangig im Blick hat. Diese Vermutung wird dadurch erhärtet, dass die Position der industriellen Forschung mit Bezug auf Technologien, denen ein hohes Problemlösungspotenzial und große Marktchancen in Schwellen- und Entwicklungsländern zugeschrieben werden, eher als durchschnittlich oder sogar unbedeutend eingeschätzt wurde. Dazu

gehören z. B. Technologien zur bedarfsgerechten Bewässerung, zur Meer- und Brackwasserentsalzung und zur chemikalienunabhängigen Wasseraufbereitung, aber auch standortangepasste Bodenbearbeitungssysteme, die Züchtung mehrjähriger Sorten sowie Technologien und Konzepte zur Anpassung an den Klimawandel.

Bildet man die Hierarchie nach der Exzellenz der öffentlichen Forschung (und nicht wie oben gezeigt nach der industriellen Forschung), verändert sich zum einen die Reihenfolge, zum anderen sind dann auch einige Technologien aus den Clustern „Wassermanagement“ und „Bodenschutz/Erhalt der Biodiversität/Naturschutz“ vertreten. Mit Ausnahme des großflächigen Bodenmonitorings, dem generell große Bedeutung zugeschrieben wurde, handelt es sich jedoch auch hier um Technologien, die vornehmlich auf die Lösung der Umweltprobleme von Industrieländern ausgerichtet sind (wie z. B. die Eliminierung von Mikroverunreinigungen aus Gewässern und die Kreislaufführung von Prozesswässern). Insgesamt kann man somit feststellen, dass im Hin-

blick auf die Anpassung der Technologien an die spezifischen Anforderungen der Schwellen- und Entwicklungsländer sowohl in der industriellen wie in der öffentlichen Forschung in Deutschland noch erheblicher Nachholbedarf besteht.

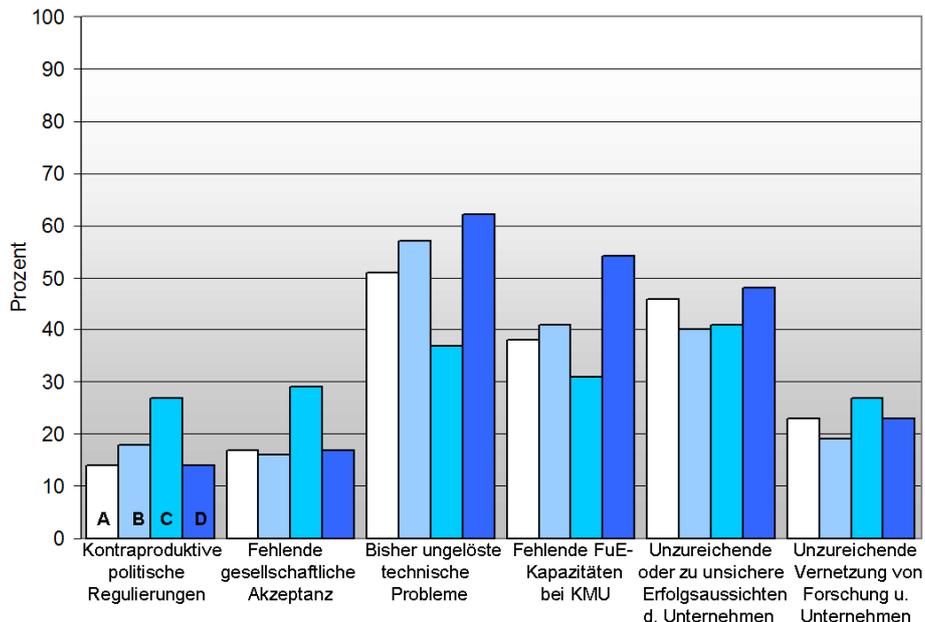
8 Implementationshemmnisse

Betrachtet man die Hemmnisse, die nach Meinung der Experten einem erfolgreichen Einsatz der Technologien am Standort Deutschland entgegenstehen, so zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Clustern, insbesondere zwischen dem Cluster „Erhöhung der Rohstoffproduktivität/Kreislaufwirtschaft“ und dem Cluster „Bodenschutz/Erhalt der Biodiversität/Naturschutz“ (s. Abb. 5). Die Hemmniskategorien waren bei dieser Frage vorgegeben und Mehrfachnennungen möglich.

Im Cluster „Erhöhung der Rohstoffproduktivität/Kreislaufwirtschaft“ wurden überwiegend Technologien ausgewählt, die sich noch in einem relativ frühen Entwicklungsstadium befinden,

bei denen also derzeit weder die technische Machbarkeit noch die Gewinnaussichten für die Unternehmen sichergestellt sind. Dazu gehören etwa die Entwicklung neuer Produktklassen auf Basis nachwachsender Rohstoffe, die Entwicklung neuer Synthesewege mit hoher Selektivität, der Einsatz von Mikroorganismen in der industriellen Verfahrenstechnik, die Herstellung von Bulkchemikalien in biologisch optimierten Pflanzen, Dünnschichttechnologien zum Oberflächenschutz und „Green Solvents“. In Anbetracht dieser Konzentration auf Technologien im „embryonalen Zustand“ wird verständlich, dass hier als wesentliche Hemmnisse hauptsächlich die folgenden drei genannt wurden: „bisher ungelöste technische Probleme“, „fehlende FuE-Kapazitäten bei kleineren und mittleren Unternehmen“ und „unzureichende oder unsichere Erfolgsaussichten der Unternehmen“. Bei den „reifen“ Technologien in diesem Cluster (wie z. B. der Aufbereitung von Sekundärrohstoffen oder der Wiederverwertung von Abbruchmaterialien aus dem Bausektor) spielen dagegen andere

Abb. 5: Implementationshemmnisse****



* Durchschnitt der relativen Nennungen pro Cluster

** A = Wassermanagement; B = Klimaschutz/Luftreinhaltung, C = Bodenschutz/Erhalt der Biodiversität/Naturschutz, D = Erhöhung der Rohstoffproduktivität/Kreislaufwirtschaft

Quelle: Schippl et al. 2009, S. 272

Hemmnisse, vor allem „kontraproduktive politische Regulierungen oder „fehlende gesellschaftliche Akzeptanz“ eine durchaus wichtige Rolle.

In den anderen Clustern entspricht die Zuordnung der Hemmnisse zu den einzelnen Technologiebereichen im Wesentlichen demselben Muster: Bei Technologien, die sich noch in der Pilotphase befinden, werden technische Probleme, unzureichende FuE-Kapazitäten sowie mangelnde Gewinnaussichten für die Unternehmen als die wichtigsten Hemmnisse angeführt, während die Ursachen für die Behinderung „reifer“ Technologien eher in staatlichen Regulierungen und fehlender gesellschaftlicher Akzeptanz gesehen werden. Am deutlichsten ist dies im Cluster „Bodenschutz/Erhalt der Biodiversität/Naturschutz“, in dem erprobte Technologien wie Bodenbearbeitungssysteme, Monitoring von Böden und Biodiversität, Bodensanierungsverfahren, naturnaher Gewässerbau und Technologien zur Reduktion der Landschaftszerschneidung im Mittelpunkt stehen. Sowohl die schriftlich befragten Experten wie auch die Workshopteilnehmer konstatierten erhebliche Umsetzungsdefizite in diesen Bereichen, die nicht auf technische Probleme oder unzureichende Forschungskapazitäten, sondern vorwiegend auf Versäumnisse der Politik (fehlende Anreizsysteme, mangelnde gesetzliche Anforderungen) und das vergleichsweise geringe Interesse der Öffentlichkeit an Fragen des Boden-, Natur- und Artenschutzes zurückgeführt werden.

9 Fazit

Zahlreiche Studien belegen inzwischen eine weltweit erheblich wachsende Nachfrage nach Umweltschutzgütern (BMU 2007; UBA, BMU 2007; NIW, ZEW, ISI 2006). Die hier vorgestellte Studie demonstriert, dass dieser Befund nicht nur aus einer ökonomischen innovationsorientierten Perspektive gestützt werden kann, sondern ebenso durch eine problemorientierte Betrachtung. Wie die Ergebnisse zeigen, steht die Einschätzung der Marktpotenziale der ausgewählten Technologien in engem Zusammenhang mit den jeweiligen ökologischen Problemlagen und ihrer gesellschaftlichen Wahrnehmung in den verschiedenen Länderkategorien. So liegt z. B. bei der Klimadebatte in den Industriestaaten

der Fokus auf der CO₂-Reduktion durch Energieeinsparung; dementsprechend werden Technologien wie neuen Leuchtmitteln, Wärmedämmung von Gebäuden, energieeffizienten elektrischen Antrieben und Abwärmenutzung in industriellen Prozessen die höchsten Marktchancen eingeräumt (siehe Abb. 3). In den Schwellen- und Entwicklungsländern steht dagegen die Bewältigung der negativen Auswirkungen des Klimawandels im Vordergrund. Die Folgen des Klimawandels in Verbindung mit steigendem Wohlstand und veränderten Ernährungsgewohnheiten lassen die befragten Experten erwarten, dass sich die künftige Nachfrage u. a. auf bedarfsgerechte Bewässerungstechnologien, Meer- und Brackwassersalzung mit regenerativen Energie, solarthermische Kühlung und Konzepte zur Adaption an den Klimawandel konzentrieren wird.

Eine angemessene Reaktion der deutschen Umweltschutzindustrie auf die globalen Herausforderungen erfordert somit zunehmend die Bereitstellung von Umwelttechnologien für den Export. Damit verändert sich jedoch das Anforderungsprofil. Viele Hightech-Produkte, die für den europäischen Markt entwickelt wurden, sind für Schwellen- und Entwicklungsländer kaum bezahlbar und unter den dort gegebenen institutionellen und organisatorischen Bedingungen häufig auch nicht einsetzbar. Es geht also darum, Technologien anzubieten, die an die Anforderungen dieser Länder angepasst sind. Hier scheint jedoch noch erheblicher Nachholbedarf zu bestehen. Die Ergebnisse der Studie belegen, dass vor allem die industrielle Forschung in Deutschland, aber in abgeschwächter Form auch die öffentliche Forschung auf Technologien konzentriert sind, die sich an den Bedürfnissen der Industrieländer orientieren. Bei Technologien, denen ein hohes Problemlösungspotenzial und große Marktchancen in Schwellen- und Entwicklungsländern zugeschrieben werden, wird dagegen die Stellung Deutschlands im internationalen Vergleich eher im Mittelfeld angesiedelt oder sogar als unterdurchschnittlich eingeschätzt.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt die Studie, bei der künftigen Prioritätensetzung in der Förderpolitik verstärkt auch Technologiefelder zu berücksichtigen, die vorrangig auf die Lösung der Umweltprobleme von Schwellen- und Ent-

wicklungsländern zugeschnitten sind. Dazu gehören z. B. die Entwicklung von Konzepten zur Adaption an den Klimawandel, die Entwicklung standortangepasster landwirtschaftlicher Bodenbearbeitungssysteme und bedarfsgerechter Bewässerungssysteme, die ökoeffiziente Nutzung von Wässern unterschiedlicher Qualität, die Meerwasserentsalzung mithilfe erneuerbarer Energien sowie die Entwicklung integrierter Infrastruktursysteme für urbane Räume.

Ein weiteres Ergebnis der Studie ist die Empfehlung, die künftige Förderung weniger auf einzelne Technologien zu fokussieren, sondern vielmehr eine ganzheitliche Betrachtung von Technologien, Prozessen, Stoff- und Energiekreisläufen in den Mittelpunkt zu stellen, um darauf aufbauend Strategien zu entwickeln, die sowohl die technologische Entwicklung als auch Treiber und Hemmnisse in den Blick nehmen. Solche integrativen Ansätze sollten im Sinne einer umfassenden Technikfolgenabschätzung explizit auch Nebenfolgen adressieren und der Schnittstelle Mensch-Technik größere Aufmerksamkeit widmen. Außerdem forderten die Experten in diesem Zusammenhang, inter- und transdisziplinären Forschungsaktivitäten größeres Gewicht in der Förderung beizumessen.

Literatur

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2007: Bericht zu technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007. Bonn

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung; BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2008: Masterplan Umwelttechnologien vom 12.11.2008

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.), 2007: GreenTech made in Germany. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland. München

Schippl, J.; Grunwald, A.; Hartlieb, N. et al., 2008: Roadmap Umwelttechnologien 2020. Zwischenbericht „State of the Art-Report“. Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe

Schippl, J.; Grunwald, A.; Hartlieb, N. et al., 2009: Roadmap Umwelttechnologien 2020. Endbericht. Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe

UBA – Umweltbundesamt; BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.), 2007: Umweltpolitische Innovations- und Wachstumsmärkte aus Sicht der Unternehmen. Berlin

NIW – Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung; ZEW – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH; ISI – Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, 2006: Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich. Berlin, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 20-2007

Kontakt

Dipl.-Ing. Juliane Jörissen
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 29 94
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06
E-Mail: juliane.joerissen@kit.edu

« »