



Borderstep Institut



adelphi



Treiber und Hemmnisse für die Transformation der deutschen Wirtschaft zu einer „Green Economy“

Walter Kahlenborn, Heike Mewes, Dr. Jutta Knopf, Petra Hauffe, Nele Kampffmeyer – adelphi
Prof. Dr. Klaus Fichter, Dr. Jens Clausen, Dr. Ralf Weiß, Dr. Severin Beucker, Linda Bergset –
Borderstep Institut

Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

ENDBERICHT

Treiber und Hemmnisse für die Transformation der deutschen Wirtschaft zu einer „Green Economy“

Endbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Walter Kahlenborn, Heike Mewes, Dr. Jutta Knopf, Petra Hauße, Nele Kampffmeyer
– adelphi

Prof. Dr. Klaus Fichter, Dr. Jens Clausen, Dr. Ralf Weiß, Dr. Severin Beucker, Linda Bergset – Borderstep Institut

Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

Titelbild: Pedro Castellano

Für den Inhalt zeichnen die Autoren verantwortlich. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des BMBF übereinstimmen.

Außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte sind alle Rechte vorbehalten, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen photomechanischen Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie) und das der Übersetzung.



adelphi ist eine der führenden Institutionen für Politikanalyse und Strategieberatung. Wir sind Ideengeber und Dienstleister für Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zu globalen umwelt- und entwicklungspolitischen Herausforderungen. Unsere Projekte tragen zur Sicherung natürlicher Lebensgrundlagen bei und fördern nachhaltiges Wirtschaften. Zu unseren Auftraggebern zählen internationale Organisationen, Regierungen, öffentliche Einrichtungen, Unternehmen und Verbände.

Wir verknüpfen wissenschaftliche und technische Expertise mit analytischer und strategischer Kompetenz, Anwendungsorientierung und konstruktiver Problemlösung. Unser integrativer Ansatz verbindet Forschung, Beratung und Dialog in sechs Themenfeldern. Internationale und interdisziplinäre Projektteams gestalten weltweit in unterschiedlichen Kulturen und Sprachen eine gemeinsame Zukunft.

In zehn Jahren hat adelphi über 500 Projekte für 100 Auftraggeber konzipiert und umgesetzt und wichtige umwelt- und entwicklungspolitische Vorhaben fachlich und strategisch begleitet. Nachhaltigkeit ist Grundlage und Leitmotiv unseres Handelns nach außen und innen. Deshalb haben wir ein validiertes Umweltmanagementsystem eingeführt und stellen sämtliche Aktivitäten klimaneutral.

adelphi
Caspar-Theyss-Strasse 14a
14193 Berlin
T +49 (0)30-89 000 68-0
F +49 (0)30-89 000 68-10
office@adelphi.de
www.adelphi.de

Walter Kahlenborn

Walter Kahlenborn ist Mitbegründer und Geschäftsführer von adelphi. Seit 1995 leitete er mehr als 100 nationale und internationale Forschungs- und Beratungsprojekte mit interdisziplinären Teams vorwiegend zu den Themen Energieeffizienz, Erneuerbare Energien, Klima, nachhaltige Finanzdienstleistungen und Corporate Social Responsibility.

kahlenborn@adelphi.de

Heike Mewes

Heike Mewes ist als Junior Projektmanagerin bei adelphi tätig. Sie ist involviert in Forschungs- und Beratungsprojekte in den Bereichen Green Economy, Corporate Social Responsibility, Nachhaltigkeitsmanagement und Anpassung an den Klimawandel.

mewes@adelphi.de

Dr. Jutta Knopf

Dr. Jutta Knopf ist als Senior Projektmanagerin bei adelphi tätig. Dort leitet sie Forschungs- und Beratungsprojekte an der Schnittstelle zwischen Umwelt und Wirtschaft. Derzeit verantwortet sie Projekte in den Bereichen Corporate Social Responsibility, Green Economy, Wirtschaft und Menschenrechte sowie Nachhaltigkeitsstrategien von Unternehmen und Staaten.

knopf@adelphi.de

Petra Hauffe

Petra Hauffe ist freiberuflich tätige Beraterin in den Bereichen Wasserwirtschaft, Green Economy-Märkte sowie natürliche Ressourcen.

Nele Kampffmeyer

Nele Kampffmeyer promoviert zum Thema gesellschaftliches Engagement von Unternehmen und unterstützt adelphi nebenberuflich in den Bereichen Corporate Social Responsibility und Green Economy.

nele.kampffmeyer@gmx.de



Die **Borderstep** Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH ist im Bereich der anwendungsorientierten Innovations- und Entrepreneurshipforschung tätig und ist dem Leitbild einer Nachhaltigen Entwicklung verpflichtet. Als unabhängige und gemeinnützige Forschungseinrichtung untersucht Borderstep Innovations-, Technologie- und Marktentwicklungsprozesse, erstellt Studien für öffentliche und private Auftraggeber und erarbeitet Handlungsempfehlungen für Politik und Behörden sowie praxistaugliche Konzepte z. B. für die Innovationsplanung von Unternehmen.

Das Institut wird von Prof. Dr. habil. Klaus Fichter geleitet und verfügt über langjährige Erfahrungen in der Erforschung von Nachhaltigkeitsinnovationen und grüner Zukunftsmärkte, in der Begleitforschung von Innovationsvorhaben, im Bereich Szenarienentwicklung und Roadmapping sowie fundiertes Know-how in der Politikberatung und für den Transfer in die Unternehmenspraxis.

Borderstep
Clayallee 323
14163 Berlin
T +49 (0)30 30 645 1000
F +49 (0)30 30 645 1009
info@borderstep.de
www.borderstep.de

Prof. Dr. rer. pol. habil. Klaus Fichter

Prof. Dr. rer. pol. habil. Klaus Fichter ist Gründer und Leiter des Borderstep Instituts für Innovation und Nachhaltigkeit. Als apl. Professor lehrt er an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg und hat dort die Professur für Innovation und Nachhaltigkeit inne (PIN). Im Mittelpunkt seiner Forschungsarbeit stehen theoretische Fragen der Evolutorischen Ökonomik und der Interaktionsökonomik sowie empirische und anwendungsbezogene Aspekte des Innovationsmanagements, der Generierung von Nachhaltigkeitsinnovationen und „grüner“ Zukunftsmärkte sowie des umweltorientierten Unternehmertums.

fichter@borderstep.de

Linda Bergset

Linda Bergset ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Borderstep Institut in den Bereichen Sustainable Entrepreneurship und Sustainable Innovation. Sie promovierte zum Thema „Financing sustainable entrepreneurship in start-ups“.

Dr. Severin Beucker

Dr. Severin Beucker ist Mitgründer des Borderstep Instituts. Er beschäftigt sich mit der Erforschung und methodischen Unterstützung von Innovations- und Kooperationsnetzwerken in der Technologieentwicklung sowie der Bewertung von Ressourcenproduktivität und Wirtschaftlichkeit neuer Technologien.

Dr. rer. pol. Dipl. Ing. Jens Clausen

Dr. rer. pol. Jens Clausen ist Mitgründer des Borderstep Instituts und leitet das Borderstep Büro Hannover. Den Mittelpunkt seiner Forschungsarbeiten bilden Gründungs- und Innovationsforschung, nachhaltige Zukunftsmärkte, Nachhaltigkeitskommunikation und Corporate Social Responsibility.

Dr. rer. pol. Ralf Weiß

Dr. rer. pol. Ralf Weiß ist Senior Researcher am Borderstep Institut. Seine Forschungsprojekte in den Bereichen Sustainable Entrepreneurship, Sustainable Innovation und Sustainable Venturing verknüpfen praktische Problemstellungen mit empirischen und theoretischen Erkenntnissen.

Executive Summary

Einführung in das Thema

Spätestens seit der United Nations Conference on Sustainable Development „Rio+20“ im Juni 2012 ist die Idee einer „Green Economy“ in aller Munde. Im Kern beschreibt die Green Economy eine kohlenstoffarme, ressourceneffiziente und sozial inklusive Wirtschaft, in der Einkommen und Beschäftigung durch Investitionen in Nachhaltigkeitsinnovationen entstehen (vgl. United Nations Environmental Programme 2011: 16). Angesichts der sich verschärfenden Umwelt- und Klimakrise wird das Zeitfenster für die Transformation in Richtung nachhaltiger Produktions- und Konsummuster immer enger. Die Green Economy Agenda gibt nun nachhaltigen Wirtschaftskonzeptionen, die Klimaschutz, Umweltentlastung, Wohlstand und soziale Gerechtigkeit zu vereinen versuchen, neuen Aufwind.

Für die deutsche Wirtschaft, Gesellschaft und Politik hält der Transformationsprozess hin zu einer Green Economy erhebliche Chancen, aber auch Risiken bereit. Märkte für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen werden international wachsen, aber auch die Zahl und Stärke der Konkurrenten wird zunehmen; neben den Wachstumsbranchen in der Green Economy wird es zudem „Verlierer“ der Transformation geben, jene Branchen oder Produktionsmodelle, die im Kontext der Green Economy nicht zukunftsfähig sind. Eine proaktive Gestaltung des Transformationsprozesses ist daher unabdingbar.

In Deutschland sind insbesondere das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) bereits stark engagiert, ihre Politikagenda im Lichte der Chancen und Herausforderungen der Green Economy neu zu überdenken. Im Rahmen des *Agendaprozesses „Green Economy“* haben sie die Stakeholder aus Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft dazu eingeladen, gemeinsam die forschungspolitischen Handlungsfelder für eine Green Economy thematisch zu strukturieren und eine Forschungsagenda für die Transformation hin zu einer Green Economy zu entwickeln. Die Ergebnisse des Agendaprozesses fließen in die Weiterentwicklung des BMBF Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklungen“ sowie in Politiken und Programme des BMU ein.

Zielsetzung und methodischer Ansatz der Studie

Die vorliegende Studie dient als wissenschaftlicher Beitrag zum *Agendaprozess „Green Economy“* und damit als zusätzliche Informationsgrundlage für die Ausgestaltung einer Forschungsagenda für die Green Economy. Im Mittelpunkt standen drei Untersuchungsthemen:

1. die Potenziale der größten und dynamischsten Märkte einer Green Economy,
2. die Treiber und Hemmnisse für die Transformation der deutschen Wirtschaft hin zu einer Green Economy,
3. Handlungsbedarf und Empfehlungen für die politischen Rahmenbedingungen zur Förderung der Transformation mit Fokus auf die Forschungs- und Innovationspolitik.

Die Studie basiert auf der Auswertung bestehender Marktdaten und Sekundärliteratur, Internetrecherchen sowie Experteninterviews. Die folgenden Absätze geben einen Einblick in die Kernergebnisse der Studie.

Die Green Economy bietet große Marktpotentiale für die deutsche Wirtschaft

Die Untersuchung hat belegt, dass die Marktentwicklungen und -potentiale auf den wichtigsten Märkten der Green Economy durchweg positiv sind. Für elf Submärkte von sechs Leitmärkten der Green Economy (s. Tabelle) wurden die Marktentwicklungen in Deutschland und in aussichtsreichen Exportmärkten (Großbritannien, Frankreich, Niederlande, USA, Japan, Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika) analysiert.

Ausgewählte grüne Leitmärkte und Submärkte

Leitmärkte	Submärkte	Leitmärkte	Submärkte
1.Umweltfreundliche Energien	1. Erneuerbare Energien	4.Nachhaltige Mobilität	7. Alternative Antriebstechnologien
	2. Speichertechnologien		8. Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme
2.Energieeffizienz	3. Energieeffizienz von Gebäuden	5.Abfallwirtschaft- und Kreislaufwirtschaft	9. Stoffliche Abfallverwertung
	4. Effizienztechnologien in der Industrie	6.Nachhaltige Landwirtschaft	10. Ökolandbau
3.Nachhaltige Wasserwirtschaft	5. Dezentrales Wassermanagement	7.Green Services	11. <i>Sustainable Finance</i>
	6. Abwasserentsorgung		

Quelle: adelphi

Alle untersuchten Submärkte weisen ein hohes Wachstumspotential und teilweise schon relativ große globale Marktvolumina auf. Beispielsweise erreichten die erneuerbaren Energien in 2011 ein globales Marktvolumen von rund €187 Mrd. (FSFM 2012: 15) und bei Effizienztechnologien in der Industrie betrug das Weltmarktvolumen allein im Kernsektor Mess-, Steuer- und Regeltechnik im Jahr 2007 bereits €250 Mrd. (BMU 2009a: 87). In Deutschland sind die grünen Leitmärkte schon lange keine Nischenmärkte mehr. Green Services sogar ausgenommen, hatten die grünen Leitmärkte 2011 ein Marktvolumen von ca. €285 Mrd. (BMU 2012b: 32).

Auf den internationalen Märkten ist die deutsche Wirtschaft generell gut aufgestellt und nimmt bei vielen Technologien eine führende Rolle ein, insbesondere im Bereich der Erneuerbaren Energien (35% Weltmarktanteil in 2009, vgl. BMU 2009a: 4), dem dezentralen Wassermanagement (40% Weltmarktanteil in 2005, vgl. UBA (2007a: 185) und Teilen der stofflichen Abfallverwertung (bei der automatischen Stofftrennung besaßen deutsche Unternehmen in 2005 einen Weltmarktanteil von 64%, vgl. BMU 2011b: 153). Der weltweite Trend hin zu Investitionen in nachhaltige Technologien und Dienstleistungen hält große Chancen für deutsche Unternehmen bereit. Produkte „Made in Germany“ bestechen weiterhin durch ihre technische Ausgereiftheit und Langlebigkeit. Die genaue Entwicklung der Märkte und der deutschen Absatzchancen hängt allerdings von einer Vielzahl von Faktoren ab, so etwa lokalen Gegebenheiten und Strukturen, Kompatibilität mit lokalen Standards und Regelwerken, länder- und produktspezifisch angepassten Marketingstrategien sowie der Ausgestaltung und Einhaltung politischer Zielsetzungen – und natürlich den Angeboten der internationalen Konkurrenz, die alles andere als schläft.

Staatliches Engagement bei der Förderung von Green Economy- Innovationen

Eine zeitnahe Transformation in Richtung einer Green Economy erfordert aktive Eingriffe und eine kontinuierliche Begleitung durch den Staat. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass das Land, welches seine Industrie mit Hilfe adäquater staatlicher Rahmenbedingungen rechtzeitig in Richtung Green Economy steuert, hinterher auch wirtschaftlich besser aufgestellt sein wird. Und in der Tat findet sich in den untersuchten Ländern für alle elf Submärkte eine Vielzahl von Politikinstrumenten, die die Entwicklung und Diffusion „grüner“ Produkte und Dienstleistungen unterstützen.

In einzelnen Bereichen steht die Entwicklung der Rahmenbedingungen noch eher am Anfang, so etwa bei den Speichertechnologien oder beim Ökolandbau. In anderen Bereichen sind bereits starke Eingriffe bis hin zu verpflichtenden Regelungen durchgesetzt, die die Freiheiten der Marktteilnehmer deutlicher einschränken und Wege hin zur Green Economy klar vorgeben. Hierzu gehören etwa Mengenvorgaben für den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung, wie sie beispielsweise in Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien und China gesetzlich verankert sind, die Vergabe und damit auch Beschränkung von Emissionsrechten für energieintensive Betriebe, die in vielen Ländern verbreitete gesetzliche Inpflichtnahme von Unternehmen, ihre Abwässer vor der Rückführung in die Gewässer oder Kanalisation zu reinigen, oder auch gesetzliche Vorgaben für die Reduzierung und Wiederverwendung von Abfall.

Die politischen Rahmenbedingungen können auch Hemmnisse für die Entwicklung- und Diffusion von Green Economy-Innovationen bilden. So behindert beispielsweise der in Europa verbreitete Anschluss- und Nutzungszwang an öffentliche Wasserver- und Abwasserentsorgung die Rentabilität dezentraler Wassermanagementsysteme (Störmer und Binz 2010: 12). Insgesamt können die Märkte der Green Economy aber mit einem anhaltend positiven Marktumfeld rechnen.

Bei der Schaffung weitreichender Rahmenbedingungen steht Deutschland keineswegs alleine da. Trotz Vorreiterschaft in manchen Bereichen, allen voran sicherlich der Energiewende, sind die untersuchten Länder teilweise durchaus weiter als Deutschland. Im „Regulierungswettbewerb“ für die Green Economy-Transformation kann Deutschland also durchaus von Erfahrungen und Erfolgen anderer Länder lernen. Beispiele hierfür reichen von den in Frankreich, Großbritannien, Italien, Dänemark und Belgien bereits eingeführten „Weißen Zertifikaten“ für Energieeinsparungen, auf die sich Energieversorger verpflichten, über umfassende und ambitionierte Strategien Japans und Chinas, um Automobile mit alternativen Antriebstechnologien zu fördern, weitreichende Restriktionssysteme für den Autoverkehr in den Innenstädten Roms und Londons, bis hin zur gesetzlichen Verpflichtung der Automobilhersteller im US-amerikanischen Bundesstaat Kalifornien, einen festgelegten Mindestanteil an emissionsarmen Fahrzeugen zu produzieren und vor Ort zum Verkauf anzubieten.

Für alle Länder gilt bislang allerdings, dass staatliche Regelungsansätze und Förderinitiativen für eine Green Economy zumeist noch nicht sehr tief gestaffelt sind: Die Entwicklung hin zur Green Economy wird nur in wenigen Fällen mit hoher Durchsetzungskraft und einem mächtigem, eng verzahnten Instrumentarium vorangetrieben. Ein Prozess, wie die Energiewende in Deutschland, ragt klar heraus. Wenn eine Green Economy in absehbarer Zeit verwirklicht werden soll, wird es notwendig sein, auch in anderen zentralen Feldern ähnlich eng verzahnte Instrumentarien, Strukturen und Umsetzungsprozesse aufzubauen.

Schlüsselinnovationen mit einer bedeutenden Rolle für die Green Economy

Schlüsselinnovationen kommen für die künftige Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft eine bedeutende Rolle zu. Sie eröffnen neue Technologiepfade und ermöglichen Basisinnovationen in vielfältigen Anwendungsbereichen. Die Identifikation relevanter Schlüsseltechnologien für die Green Economy geht in der vorliegenden Studie bewusst über die bisherigen Klassifikationen, Strukturen und Programme des BMBF hinaus und zeigt auch neue Handlungsfelder und -ansätze auf. Außerdem werden neben Technologien und damit verbundenen Produkten auch andere innovative Nachhaltigkeitslösungen wie z. B. innovative Dienstleistungskonzepte oder kombinierte Produkt-Service-Systeme (beispielsweise Leasing-, Sharing-, Contracting-Modelle) einbezogen. Insofern ging es in der Studie nicht allein um „Schlüsseltechnologien“, sondern umfassender um „Schlüsselinnovationen“ für eine Green Economy. Die Betrachtung von Schlüsselinnovationen wurde auf Technologien und marktgängige Güter (Produkte, Dienstleistungen, Produkt-Service-Kombination) konzentriert.

Die Suche nach potentiell relevanten Technologien und Nachhaltigkeitslösungen bezog sich auf fünf Felder, zum einen die drei Bedarfsfelder Ernährung, Wohnen und Mobilität, die aufgrund ihrer hohen Bedeutung für den Energie- und Ressourcenverbrauch einen zentralen Bezugspunkt für die Identifizierung innovativer Lösungen darstellen, zum anderen auf die Suchfelder „bedarfsfeldübergreifende Energielösungen“ und „Green Services“. Mit Hilfe einer mehrstufigen Vorgehensweise und detaillierten Bewertungs- und Auswahlkriterien wurden aus der Gruppe der 110 identifizierten „Kandidaten“ 32 ausgewählt, die eine Schlüsselrolle bei der Transformation zu einer Green Economy in den jeweiligen Bedarfs- und Umsetzungsfeldern spielen können. Die Bewertung und Auswahl erfolgte innerhalb der jeweiligen Bedarfs- und Umsetzungsfelder. Dabei wurden für jedes der fünf Felder sechs oder sieben Schlüsselinnovationen ausgewählt. Neben den Auswahlkriterien (Innovationspotenzial, Systemrelevanz, Marktpotenzial, Forschungsbedarf) wurde bei der Auswahl auch berücksichtigt, dass die Schlüsselinnovationen sich auf möglichst viele Stufen der Wertschöpfungskette bzw. Felder des jeweiligen Bedarfs- und Umsetzungsfeldes verteilen.

Ansätze zur Strukturierung der Green Economy

Es liegt bereits eine Reihe wichtiger Strukturierungen für die Green Economy vor. So die Definition grüner Leitmärkte, die in die Analyse der globalen Marktpotenziale der Green Economy in Kapitel 2.1 einfließt, Systematisierungen der politischen Rahmenbedingungen, die in Kapitel 2.2 aufgegriffen werden, oder die Einteilung in Schlüsselinnovationen, die in Kapitel 2.3 vorgeschlagen wird. Diese Analysen verdeutlichten aber auch, dass die zeitpunktbezogene und eher statische Perspektive auf Sektoren und Märkte der Green Economy um eine dynamische und prozessuale Perspektive der Transformation ergänzt werden muss. Daher wurde bei der Suche und Auswahl umfassender und konsistenter Strukturierungsansätze der Green Economy zwischen zwei grundlegenden Perspektiven unterschieden:

- die statische Perspektive, die in Bezug auf einen bestimmten Zeitpunkt oder eine zeitlich begrenzte Erhebungseinheit (z. B. ein bestimmtes Jahr) die Struktur einer Green Economy bzw. seiner Sektoren und Märkte beleuchtet;
- die dynamische Perspektive auf den Transformationsprozess hin zu einer Green Economy, die einen längeren Zeitraum, Einflussfaktoren, Trends und prozessuale Dynamiken in den Fokus nimmt.

Bei einer zeitpunktbezogenen Betrachtung kommt mit Blick auf eine Green Economy grundsätzlich eine Vielzahl möglicher Strukturierungsansätze in Frage. Von diesen zeitpunktbezogenen bzw. statischen Strukturierungsansätzen werden in der vorliegenden Studie drei vorgestellt, die insbesondere mit Blick auf die operative Abgrenzung und statistische Strukturierung einer Green Economy wichtige Bezugspunkte bilden können. Dabei handelt es sich um:

- die Erhebung von Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz des Statistischen Bundesamtes,
- die Leitmärkte der Umwelttechnik nach Aufschlüsselung des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit -sowie
- die Klassifikation von Umweltschutzgütern und Dienstleistungen nach Eurostat.

Zur näheren Strukturierung dieser dynamischen Perspektive sind vier Strukturierungsansätze besonders relevant, auf die in der Studie näher eingegangen wird:

- Mehrebenenmodelle der Transformation,
- Einflussfaktoren von Innovations- und Diffusionsprozessen von Nachhaltigkeitsinnovationen,
- politische Interventionsfelder einer Green Economy sowie
- Pionierrollen im Innovations- und Diffusionsprozess.

Eine Vielzahl von Treibern, aber auch Hemmnissen für Green Economy-Innovationen

Auf Basis der zuvor identifizierten 32 Schlüsselinnovationen für die Green Economy wurden zehn Schlüsselinnovationen ausgewählt, die stellvertretend für den größeren Pool an innovativen Lösungen vertiefend auf Treiber und Hemmnisse untersucht wurden. Neben den Auswahlkriterien (Innovationspotenzial, Systemrelevanz, Marktpotenzial, Forschungsbedarf) wurde bei der Auswahl auch berücksichtigt, dass die Schlüsselinnovationen sich auf möglichst viele Stufen der Wertschöpfungskette und auf verschiedene Phasen des Innovationsprozesses verteilen. Zur Unterstützung der Auswahl von zehn Schlüsselinnovationen wurden außerdem zwölf Experteninterviews durchgeführt. Folgende zehn Schlüsselinnovationen wurden vertiefend untersucht:

1. Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor (Rückgewinnung aus Klärschlamm)
2. Stoffstrommanagement in der Landwirtschaft (Gesamtkonzept für Stoffströme)
3. Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte für Gebäude (klimaangepasste Bautechniken und -stile in der Architektur und der Bauplanung)
4. Dezentrale Energiemanagementsysteme für den Einsatz von Bestandsgebäuden (Realisierung von Effizienzpotenzialen zur Einsparung von Heizenergie und Strom)
5. Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme (Verbreitung von Batterietypen wie Lithium-Ionen-Batterien, Ladesäulen oder mobilen Stromzählern)
6. Effiziente und resiliente Logistiksysteme (grüne Einzeltechnologien und Systemlösungen im Güterverkehrs- und Logistiksystem)
7. Langzeitwärmespeicher (als integriertes Element im System Wärmeversorgung)
8. Virtuelle Kraftwerke (gemeinsame Steuerung mehrerer dezentraler Stromerzeuger)

9. Nachhaltige Themenfonds (Investitionen in Vorhaben zur Förderung spezifischer Nachhaltigkeitsstrategien)
10. Green Cloud Computing (bedarfsangepasste energie- und materialeffiziente IT-Dienste über das Internet)

Für jede der zehn Schlüsselinnovationen wurde ein „Transformationsbarometer“ erstellt. Dieses umfasst in kurzer, strukturierter und übersichtlicher Weise folgende Punkte:

- eine kurze Beschreibung, worin die Innovation besteht, in welcher Phase sie sich befindet und für welche Nachhaltigkeitsherausforderung sie eine mögliche Lösung darstellt,
- eine Beschreibung ihrer Systemrelevanz sowie des Innovations- und Marktpotenzials,
- eine Darstellung der Treiber und Hemmnisse sowie
- eine Beschreibung des Forschungsbedarfs.

Die politischen Rahmenbedingungen: Stärken und Verbesserungsbedarf

Für die Analyse von Stärken und Schwächen der politischen Rahmenbedingungen in Deutschland zur Förderung der Transformation wurden sechs Handlungsfelder unterschieden:

1. Forschungsförderung
2. Gründungs- und Clusterförderung
3. Förderung von Markteinführung und –entwicklung
4. Exitförderung
5. Werte- und Verhaltenswandel im Konsum
6. Transformations-Governance

Die ersten drei Handlungsfelder beziehen sich darauf, die Entwicklung und Diffusion von nachhaltigen Innovationen direkt zu unterstützen. Daneben ist es aber auch notwendig, den Ausstieg aus nicht-nachhaltigen Technologien und Praktiken aktiv zu befördern (Handlungsfeld Exitförderung). Mit den Handlungsfeldern fünf und sechs werden breitere Kontextbedingungen in den Blick genommen, in die sowohl Innovations- und Diffusions- als auch Exitprozesse eingebettet sind. Für die Identifikation besonderer Stärken und wichtiger Schwächen bei den Rahmenbedingungen in Deutschland wurde auf bestehende Studien, Informationsmedien einschlägiger staatlicher oder staatlich geförderter Initiativen und Programme, Interviews mit Experten sowie eigene Vorarbeiten und Einblicke zurückgegriffen. Ein breites Set an Kriterien für „gute“ Transformationspolitiken diente hierbei als Bezugsrahmen, so u.a. die Zielgenauigkeit und Wirkungsmächtigkeit zur Förderung der Transformation, Kohärenz, Erwartungssicherheit und Langfristorientierung, aber auch Reflexivität und Partizipation.

Die Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle zeigen, dass Transformationspolitiken für die Green Economy in Deutschland in vielen Bereichen bereits erkennbar sind und auf eine Reihe positiver Strukturbedingungen aufbauen können; zugleich gibt es in allen Handlungsfeldern Schwachstellen und Verbesserungsbedarfe, die die politischen Entscheidungsträger zeitnah angehen sollten, um Deutschland noch deutlicher auf den Kurs in Richtung einer Green Economy zu lenken. In allen sechs Handlungsfeldern bleibt die angemessene Verwirklichung von Partizipation bei der Entwicklung und Umsetzung von Politiken eine wichtige Herausforderung.

Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse bei den politischen Rahmenbedingungen zur Förderung der Transformation in Deutschland (Auswahl)

Forschungsförderung	
Besondere Stärken	Besondere Schwächen
- Breite und Ausmaß der Technologieförderung - Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft im Forschungsprozess	- finanzielle Ausstattung für die Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung - thematische Ausrichtung der Forschungsförderung für KMU - Integration sozial- und geisteswissenschaftlicher Perspektiven (institutionelle Ausrichtung, Erforschung nicht-technischer Fragestellungen, Verknüpfung technischer und sozialer Fragestellungen) trotz wichtiger Fortschritte, besonders im Rahmen des Forschungsprogramms für eine Nachhaltige Entwicklung
Gründungs- und Clusterförderung	
Besondere Stärken	Besondere Schwächen
- finanzielle Förderung, physische Infrastruktur und Verfügbarkeit von Beratern in der allgemeinen Gründungsförderung - thematische Ausrichtung, finanzielle Ausstattung und dezentrale Ausgestaltung der Cluster	- Wissensstand zu Verbreitung, Charakteristika, Entstehungs- und Erfolgsbedingungen grüner Gründungen - spezialisierte Förderprogramme für grüne Gründungen - Sichtbarmachen der Potentiale grüner Gründungen - Verankerung von Nachhaltigkeitskriterien in der allgemeinen Gründungsförderung - Verankerung einer systemischen Sichtweise in die Ausgestaltung von Clustern (systemische Lösungen statt Einzeltechnologien; soziale Innovationen; Einbeziehung gesellschaftlicher Akteure außerhalb von Wirtschaft und Wissenschaft)
Förderung von Markteinführung und -entwicklung	
Besondere Stärken	Besondere Schwächen
- starke Umweltpolitiken inklusive regulativer Standards in Teilbereichen wie der Klimapolitik, dem Markt für erneuerbare Energien und der Abfallwirtschaft - ausgebautes Instrumentarium der Exportförderung für Green Economy Technologien deutscher Unternehmen	- anhaltendes Valley of Death bei der Finanzierung marktfähiger Innovationen (Entwicklung marktfähiger Modelle, Markteinführungsphase), inkl. Lücken in den staatlichen Förderketten - Mangel an Übersichtlichkeit und Koordination zwischen den diversen Akteuren und Programmen der Exportförderung für Green Economy-Lösungen - Fehlen einer allgemeinen, nicht-länderspezifischen Exportberatung für Anbieter grüner Technologien und Dienstleistungen - fehlender strategischer, langfristiger Ansatz der Exportförderung für einzelne Länder

Exitförderung	
Besondere Stärken	Besondere Schwächen
- Erfahrungen in der Begleitung und Gestaltung von Strukturwandelprozessen, inkl. aktuell im Kontext der Energiewende - etablierte Verhandlungs- und Mitbestimmungskultur und etab-	- mangelnde Kommunikations- und Informationspolitik zu notwendigen Ausstiegspolitiken - anhaltende Vergabe umweltschädlicher Subventionen - weiterhin mangelnde Integration externer ökologischer und sozialer Kosten bestehender Produktions- und Konsummuster - unzureichende systematische Entwicklung von Lösungen für Innova-

lierte Verfahren	tionsverlierer
Förderung von Werte- und Verhaltenswandel im Konsum	
Besondere Stärken	Besondere Schwächen
• Vielzahl vorhandener Informationen insbesondere durch Labels und Informationskampagnen • umfangreiche Entscheidungshilfen für Akteure der öffentlichen Beschaffung	• mangelnde Ausrichtung des politischen Instrumentariums an Einsichten der Verhaltensökonomie (= zu einseitiger Fokus auf informationelle Instrumente und Bewusstseinsbildung) • Unübersichtlichkeit bei nachhaltigkeitsbezogenen Labels • fehlende Strategien zur Förderung der Diffusion sozialer Innovationen • unzureichende Nutzung der öffentlichen Beschaffung als Hebel für die Förderung von Green Economy-Innovationen, Produkten und Dienstleistungen • unzureichende Stärkung des nachhaltigen Konsums bei kollektiven Akteuren
Transformations-Governance	
Besondere Stärken	Besondere Schwächen
• Selbstverständnis als beim Thema Nachhaltigkeit besonders fortschrittliches Land • Erfahrungen mit gesellschaftlichen Transformationsprozessen • Bundesländer als Experimentierfelder • erste Erfahrungen mit ambitionierten Politiken für einen umfassenden Umbau	• zu schwacher strategischer Ansatz in der Nachhaltigkeits- und Green Economy-Agenda • Inkohärenz der Politiken einzelner Ressorts auf Bundesebene • zu schwache Rolle des Bundes als Koordinations-, Vernetzungs- und Diffusionsinstanz • fehlende Vermittlung und Gestaltung des Transformationsprozesses als gemeinsamer Lernprozess sowie als positiver Herausforderung

Quelle: adelphi

Handlungsoptionen für die Politik

Die umfangreiche Analyse der Märkte, Schlüsselinnovationen und Rahmenbedingungen für die Green Economy hat gezeigt, dass für die effektive Förderung der Transformationen hin zu einer Green Economy-Aktivitäten in vielen Bereichen notwendig sind. Dies gilt sowohl für die Ausgestaltung der politischen Rahmenbedingungen, als auch für die Beantwortung zentraler Forschungsfragen. Vor diesem Hintergrund wurde ein breites Set an Handlungsempfehlungen erarbeitet. Der Schwerpunkt wurde auf solche Empfehlungen gelegt, die aus Perspektive der Green Economy-Transformation besonders wichtig bzw. gegenüber herkömmlichen Politikansätzen tendenziell neu sind.

Die Handlungsempfehlungen für die politischen Rahmenbedingungen reichen von der besseren Koordination der Förderfelder für Green Economy-Innovationen über die Auslobung eines nationalen „Gründerpreises Green Economy“, die Initiierung von Pilotprojekten in Clustern zur „Co-innovation“ mit Nutzergruppen, die Schaffung eines Export-Promotion-Desk für Green Economy-Produkte für das Außenhandelskammer- und Industrie- und Handelskammer-Netzwerk, die Entwicklung von Exitstrategien für einzelne Sektoren und Regionen, eine stärkere Förderung und Diffusion lokaler und regionaler Transformationsprojekte bis hin zum

Mainstreaming von Monitoring, Evaluation und Adaptation der Ergebnisse in allen Feldern der Transformationspolitik.

Zu den empfohlenen Themen für eine Green Economy-Forschungsagenda gehören u.a. das verstärkte Aufgreifen einzelner innovations- und technologiebezogener Fragestellungen, die sich aus dem Forschungsbedarf zu den Schlüsselinnovationen der Green Economy ableiten (z. B. die nähere Erforschung einer erfolgreichen Kreislaufführung von Nährstoffen in der Landwirtschaft oder von vernetzten und intelligenten Mobilitätssystemen), die weitere Verankerung nicht-technischer Fragestellungen in allen Forschungsprogrammen, eine verstärkte Erforschung von Geschäftsmodellen für "grüne" Produkte und Dienstleistungen, der Aufbau einer strategischen Foresight-Analyse zu internationalen Marktentwicklungen für Green Economy-Lösungen, die Einrichtung eines Forschungsschwerpunkts, der sich ausschließlich mit der Ausgestaltung und Unterstützung systematischer Exitprozesse beschäftigt, die Identifizierung, Erschließung und Optimierung von staatlichen Interventionsmöglichkeiten zur Förderung nachhaltiger Konsumentenentscheidungen, Forschung zur Diffusion sozialer Innovationen sowie ein Ausbau der Forschung zu Transformationsprozessen im Kontext der Nachhaltigkeit.

Gerade bezüglich der Rahmenbedingungen sind viele Handlungsbedarfe bereits bekannt. Dennoch ist der Mut, die nötigen Maßnahmen anzugehen, weiterhin zu gering bzw. die Widerstände sind noch sehr hoch. Insbesondere gilt dies für Maßnahmen im Bereich der Exitförderung. Für eine erfolgreiche Transformation darf die Green Economy aber nicht auf ein Förderprogramm für grüne Branchen reduziert werden, sondern muss ebenso entschieden den Ausstieg aus nicht-nachhaltigen Produktions- und Konsummustern unterstützen.

Die Forschung spielt eine essentielle Rolle für das Gelingen der Transformation hin zu einer Green Economy. In allen Handlungsfeldern der Politik besteht Bedarf nach flankierender Forschung, die ein besseres Verständnis der spezifischen Herausforderungen und Handlungsbedarfe ermöglicht. Zudem werden Begleit- und Evaluationsforschung von Transformationsstrategien und -projekten entscheidende Erfolgsfaktoren für die Transformations-Governance sein. Zugleich stellt die Transformation hin zu einer Green Economy für die Forschungsagenda selbst eine Herausforderung dar, sowohl inhaltlich als auch mit Blick auf bestehende Strukturen und Verfahren. Vor diesem Hintergrund ist zu empfehlen, dass die deutsche Forschungspolitik die eigene Positionsbestimmung und Strategieentwicklung weiterführt, für die in dieser Studie nur die erste Grundlage gelegt werden konnte. Zentrale Themen hierfür wären eine kritische Reflektion der bisherigen Forschungsförderung hinsichtlich ihres Beitrags zur Förderung der Green Economy-Transformation, eine vergleichende Analyse der Forschungsförderung für die Transformation hin zu einer Green Economy im Ausland sowie die Entwicklung und vergleichende Bewertung verschiedener Szenarien für eine Neugestaltung der Green Economy-Forschungsförderung in Deutschland. Mit dem Aufgreifen dieser Forschungsthemen könnte die deutsche Forschungspolitik eine weitere Grundlage schaffen, um ihr Potential als Innovationstreiber und Wissensgeber für die Transformation hin zur Green Economy umfassend umzusetzen.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	XV
Tabellenverzeichnis	XVI
Abkürzungsverzeichnis	XVII
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund zur Debatte um die „Green Economy“	1
1.2 Der Agendaprozess „Green Economy“ des BMBF	2
1.3 Ziele, Reichweite und Struktur der Untersuchung	3
2 Potentialanalyse und Strukturierung der Green Economy	5
2.1 Globale Marktpotentiale der Green Economy	5
2.1.1 Erneuerbare Energien	9
2.1.2 Speichertechnologien	11
2.1.3 Energieeffizienz von Gebäuden	13
2.1.4 Effizienztechnologien in der Industrie	15
2.1.5 Dezentrales Wassermanagement	17
2.1.6 Abwasserentsorgung	19
2.1.7 Alternative Antriebstechnologien	21
2.1.8 Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme	24
2.1.9 Stoffliche Abfallverwertung	26
2.1.10 Ökolandbau	28
2.1.11 Sustainable Finance	30
2.1.12 Fazit	32
2.2 Internationale Rahmenbedingungen der Green Economy	34
2.2.1 Erneuerbare Energien	34
2.2.2 Speichertechnologien	36
2.2.3 Energieeffizienz von Gebäuden	38
2.2.4 Effizienztechnologien in der Industrie	40
2.2.5 Dezentrales Wassermanagement	42
2.2.6 Abwasserentsorgung	45
2.2.7 Alternative Antriebstechnologien	47
2.2.8 Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme	50
2.2.9 Stoffliche Abfallverwertung	52

2.2.10 Ökolandbau	54
2.2.11 Sustainable Finance	56
2.2.12 Fazit	58
2.3 Schlüsselinnovationen für die Green Economy	60
2.3.1 Hintergrund	60
2.3.2 Betrachtungsgegenstand und Zielsetzung	60
2.3.3 Vorgehensweise und Kriterien für Suche, Analyse und Auswahl innovativer Lösungen	61
2.3.4 Strukturierung der Bedarfs- und Suchfelder	62
2.3.5 30 Schlüsselinnovationen für die „Green Economy“	65
2.3.6 Auswahl von zehn Schlüsselinnovationen für die vertiefende Analyse	87
2.4 Strukturierung der Green Economy	94
2.4.1 Statische Perspektive: Zeitpunktbezogene Strukturierungsansätze	96
2.4.2 Die dynamische Perspektive auf den Transformationsprozess	99
3 Treiber und Hemmnisse für die Transformation der deutschen Wirtschaft zur „Green Economy“	104
3.1 Treiber und Hemmnisse für die Transformation am Beispiel der zehn Schlüsselinnovationen	104
3.1.1 Konzeptionelle Grundlagen	104
3.1.2 Vorgehensweise	106
3.1.3 Transformationsbarometer Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm als Teil der Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor	106
3.1.4 Transformationsbarometer Stoffstrommanagement in der Landwirtschaft	108
3.1.5 Transformationsbarometer Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte für Gebäude	109
3.1.6 Transformationsbarometer Dezentrale Energiemanagementsysteme für den Einsatz in Bestandsgebäuden	111
3.1.7 Transformationsbarometer Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme	113
3.1.8 Transformationsbarometer effiziente und resiliente Logistiksysteme am Beispiel „Grüner Logistik“	115
3.1.9 Transformationsbarometer Langzeitwärmespeicher	116
3.1.10 Transformationsbarometer Virtuelles Kraftwerk	118
3.1.11 Transformationsbarometer Nachhaltige Themenfonds	120
3.1.12 Transformationsbarometer GCC	122
3.2 Stärken und Schwächen der politischen Rahmenbedingungen in Deutschland	125

3.2.1 Analytischer Rahmen: Handlungsfelder, Instrumente und Bewertungskriterien der Transformationspolitik	125
3.2.2 Vorgehensweise bei der Untersuchung	128
3.2.3 Forschungsförderung	129
3.2.4 Gründungs- und Clusterförderung	131
3.2.5 Förderung von Markteinführung und –entwicklung	134
3.2.6 Exitförderung	136
3.2.7 Förderung von Werte- und Verhaltenswandel im Konsum	138
3.2.8 Transformations-Governance	140
3.2.9 Übergreifende Herausforderung: Partizipation	143
4 Forschungs- und Handlungsempfehlungen	146
4.1 Forschungs- und Handlungsempfehlungen für die Interventionsfelder	146
4.1.1 Forschungsförderung – technologie- und innovationsorientierte Empfehlungen	146
4.1.2 Gründungs- und Clusterförderung	150
4.1.3 Förderung von Markteinführung und –entwicklung	152
4.1.4 Exitförderung	154
4.1.5 Förderung von Werte- und Verhaltenswandel im Konsum	156
4.1.6 Transformations-Governance	158
4.2 Übergreifende Empfehlungen für die Forschungs- und Innovationspolitik	161
4.3 Zusammenschau und Ausblick	163
Literaturverzeichnis	165
Anhang I – AP 1.3.: Methodik der Identifizierung, Analyse und Auswahl von Schlüsselinnovationen der Green Economy	202
Anhang II – AP 1.3: Die identifizierten 110 innovativen Lösungen für die Green Economy	209
Anhang III – AP 1.3: Dokumentation der Analyse von 110 innovativen Lösungen für die Green Economy	213
Anhang IV AP 1.3: Ergebnisse der Experteninterviews zur Auswahl von 10 Schlüsselinnovationen	215
Anhang V – AP 2.2: Ergebnisse der Experteninterviews zu den Stärken und Schwächen der Rahmenbedingungen für die Transformation in Deutschland	227

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Marktvolumen der deutschen grünen Leitmärkte in Relation zur Automobilindustrie in Deutschland (2011) (% in Relation zu den gesamten grünen Märkten)	6
Abbildung 2: Marktvolumen der erneuerbaren Energien in Relation zum Leitmarkt umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung in Deutschland	9
Abbildung 3: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen (z. B.: 88%/12% der befragten Unternehmen messen Brasilien eine geringe/mittlere bis hohe Bedeutung als Absatzmarkt bei)	10
Abbildung 4: Marktvolumen der Speichertechnologien in Relation zum Leitmarkt umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung in Deutschland, 2011	11
Abbildung 5: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs Speichertechnologien	12
Abbildung 6: Marktvolumen der Energieeffizienztechnologien von Gebäuden in Relation zum Leitmarkt Energieeffizienz in Deutschland, 2011	13
Abbildung 7: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs Energieeffizienz von Gebäuden	14
Abbildung 8: Marktvolumen der Energieeffizienz in der Industrie in Relation zum Leitmarkt Energieeffizienz in Deutschland (2011)	15
Abbildung 9: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs Energieeffizienz in der Industrie	16
Abbildung 10: Marktvolumen des dezentralen Wassermanagements in Relation zum Leitmarkt nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland 2011 (Zahlen für das DZW geschätzt basierend auf UBA 2007: 180, 185)	17
Abbildung 11: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs DZW	18
Abbildung 12: Marktvolumen der Abwasserentsorgung in Relation zum Leitmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland 2011	19
Abbildung 13: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs Abwasserentsorgung	20
Abbildung 14: Marktvolumen der alternativen Antriebstechnologien in Relation zum Leitmarkt Nachhaltige Mobilität in Deutschland 2011	22
Abbildung 15: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs alternative Antriebstechnologien	22
Abbildung 16: Marktvolumen der Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme in Relation zum Leitmarkt Nachhaltige Mobilität in Deutschland, 2011	24
Abbildung 17: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme	25

Abbildung 18: Marktvolumen der Abfallverwertung in Relation zum Leitmarkt Kreislaufwirtschaft in Deutschland (2011)	26
Abbildung 19: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs stoffliche Abfallverwertung	27
Abbildung 20: Anteil der zertifizierten ökologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten Anbaufläche in Deutschland, 2011	28
Abbildung 21: Kombination von Wirtschaftszweigsystematik und Umweltzielen in der EGSS-Methodik	99
Abbildung 22: Mehrebenenmodell zur Analyse von Transformationsprozessen	101
Abbildung 23: Pionierrollen im Innovations- und Diffusionsprozess	102
Abbildung 24: Zug- und Schubkräfte von Innovationsprozessen	105
Abbildung 25: Handlungsfelder für die Politik zur Transformationsförderung, eingebettet in das Mehrebenenmodell der Transformation	127

Tabellenverzeichnis

Tabelle I: Arbeitspakete der Untersuchung	3
Tabelle II: Ausgewählte grüne Leitmärkte und Submärkte	7
Tabelle III: Überblick über ausgewählte grüne Leitmärkte, Submärkte und Bedarfsfelder	8
Tabelle IV: Anlagestrategien im Überblick	30
Tabelle V: 110 innovative Technologien und Lösungen für „grüne“ Zukunftsmärkte	209
Tabelle VI: Ergebnisse der Experteninterviews in AP 2.2 zu Stärken und Schwächen der Rahmenbedingungen zur Förderung der Transformation in Deutschland	229

Abkürzungsverzeichnis

3R	reduce, reuse, recycle
AHK	Außenhandelskammer
AKW	Atomkraftwerk
AP	Arbeitspaket
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BRICS	Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika (Bezeichnung für die Staatengruppe)
CfD	Contracts for Difference
CPUC	Californian Public Utility Commission
CRC	Carbon Reduction Commitment Energy Efficiency Scheme
CSR	Corporate Social Responsibility
DECC	Department of Energy and Climate Change
DOE	Department of Energy
DZW	Dezentrales Wassermanagement
EC	European Commission
EEA	European Environmental Agency
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EGSS	Environmental Goods & Services Sector
ESCO	Energy Service Company
ESG	Environmental, Social and Governance
EU	Europäische Union
Eurosif	European Sustainable Investment Forum
F&E	Forschung und Entwicklung
FONA	Forschungsprogramm für eine Nachhaltige Entwicklung
FSC	Forest Stewardship Council
GAK	Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe

GCC	Green Cloud Computing
HOV	High-occupancy Vehicle Lanes
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKK	Investitionskredit Kommunen
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IT	Informationstechnologie
IZES	Institut für ZukunftsEnergieSysteme
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MAP	Marktanreizprogramm
MENA	Middle East & North Africa
MSC	Marine Stewardship Council
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NETA	New Electricity Trading Agreements
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OFWAT	Water Services Regulation Authority
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PGS	Participatory Guarantee System
PPP	Public-Private-Partnership
PRN	Packaging Waste Recovery Notes
PV	Photovoltaik
REFIT	Renewable Energy Feed in Tariff
RSPO	Roundtable on Sustainable Palm Oil
SERIEE	European System for the Collection of Economic Information on the Environment
SGIP	Self-Generation Incentive Programme
SMES	Superconducting magnetic energy storage
SÖF	Sozial-ökologische Forschung
SRI	Socially Responsible Investment
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
TWD	Transparente Wärmedämmung
UBA	Umweltbundesamt
UNEP	United Nations Environment Programme

USDA	U.S. Department of Agriculture
VAG	Versicherungsaufsichtsgesetz
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WING	Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft

1 Einleitung

1.1 Hintergrund zur Debatte um die „Green Economy“

Der Begriff „Green Economy“ hat sich im Verlauf der letzten fünf Jahre zu einem der Schlagworte der internationalen Agenda zur nachhaltigen Entwicklung entwickelt. Im Kontext der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise von 2008 in die Diskussion gebracht, wollen die „Green Economy“ und verwandte Konzepte wie „Green Growth“ und „Green New Deal“ neue Wege aufzeigen, wie wirtschaftliches Wachstum mit ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Inklusion und Gerechtigkeit einhergehen können. Die Kernidee der „Green Economy“ ist die einer *kohlenstoffarmen, ressourceneffizienten und sozial inklusiven Wirtschaft*, in der Einkommen und Beschäftigung durch Investitionen in Nachhaltigkeitsinnovationen entstehen (vgl. United Nations Environment Programme (UNEP) 2011: 16). Die Green Economy wird damit maßgeblich getrieben von innovativen und an Nachhaltigkeit orientierten Unternehmen und Verbrauchern sowie von den entsprechenden förderlichen Rahmenbedingungen.

Zu den zentralen Ideengebern der „Green Economy“ gehören das UNEP sowie die Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Die verschiedenen Mandate der Urheber erklären die unterschiedlichen Schwerpunkte der Studien und Strategien. So fokussiert der von UNEP erarbeitete „Green Economy Report“ (UNEP 2011) eher auf Entwicklungsthemen und die Bedürfnisse der Entwicklungsländer, während die „Green Growth Strategy“ der OECD (2011a) ihren Schwerpunkt eher auf die ökologische Modernisierung in Industrie- und Schwellenländern legt (vgl. Unmüssig 2012). Im Allgemeinen beschäftigen sich aber alle im Umfeld der Green Economy veröffentlichten Studien mit der Internalisierung von Umweltkosten, dem Abbau umweltschädlicher Subventionen und den Beschäftigungspotentialen einer ökologischen Transformation der Wirtschaft (vgl. dazu Bär, Jacob und Werland 2011a). Sie teilen die Präferenz für Technologie- und Innovationsoptionen als Hebel einer nachhaltigen Entwicklung sowie für marktwirtschaftliche Instrumente, um die Green Economy zu befördern (vgl. Unmüssig 2012).

Die Kerninhalte der Green Economy sind allerdings keineswegs neu. In Deutschland beispielsweise wird bereits seit Jahrzehnten intensiv über sie diskutiert, wenn auch unter anderen Begrifflichkeiten, so der „ökologischen Modernisierung“, der „Dritten industriellen Revolution“ oder der „Ökologischen Industriepolitik“. Die Fortschritte für die Transformation blieben dennoch – weltweit, aber auch in Deutschland – deutlich hinter den Erfordernissen zurück. Angesichts der sich verschärfenden Umwelt- und Klimakrise wird das Zeitfenster für die Transformation in Richtung nachhaltiger Produktions- und Konsummuster immer enger. Der Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderungen (WBGU) geht davon aus, dass beim Klimaschutz ohne eine drastische Trendwende bei den Treibhausgasemissionen innerhalb der nächsten 10 Jahre die globale Erderwärmung nicht unter den als handhabbar angenommenen 2°C zu halten ist (WBGU 2011: 67). Die Green Economy-Agenda gibt nun nachhaltigen Wirtschaftskonzeptionen, die Klimaschutz, Umweltentlastung, Wohlstand und soziale Gerechtigkeit zu vereinen versuchen, neuen Aufwind.

Bei der Konferenz der United Nations Conference on Sustainable Development „Rio+20“, die vom 20.-22. Juni 2012 in Rio de Janeiro stattfand, war die Green Economy dann auch eines der zwei Kernthemen (UN 2012). Die Green Economy wurde hier als zentrales strategisches Instrument für die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung anerkannt und die Staaten wurden dazu ermutigt, gemeinsam mit den gesellschaftlichen Stakeholdern aus Wirtschaft,

Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft nationale Politiken für die Transformation zu entwickeln oder auszubauen. Die Bundesregierung nimmt sich dieser Aufgabe an.

Deutschland ist für die Transformation hin zu einer Green Economy im internationalen Vergleich bereits sehr gut aufgestellt. Die Innovationsführerschaft und starke Marktstellung in zahlreichen „Green-Tech“-Branchen und die grundsätzliche Stärke des Innovationssystems, aus dem diese hervorgegangen sind, werden auch in der hier vorliegenden Studie belegt. Auch Bausteine für das politische Instrumentarium, das für die Transformation benötigt wird, sind bereits zahlreich vorhanden. Mit der Energiewende ist Deutschland als internationaler Vorreiter dabei, in einem der zentralen Handlungsfelder der Transformation umfassende Politiken für den Umbau zu entwickeln und umzusetzen.

Dennoch ist auch Deutschland noch ein großes Stück von der Green Economy als kohlenstoffarmer, ressourceneffizienter und sozial inklusiver Wirtschaft entfernt. Vor diesem Hintergrund bedeutet der Transformationsprozess sowohl erhebliche Chancen als auch Risiken für die deutsche Wirtschaft, Gesellschaft und Politik. Märkte für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen werden international wachsen, aber auch die Zahl und Stärke der Konkurrenten wird zunehmen; neben den Wachstumsbranchen in der Green Economy wird es zudem „Verlierer“ der Transformation geben, jene Branchen oder Produktionsmodelle, die im Kontext der Green Economy nicht zukunftsfähig sind. Eine proaktive Gestaltung des Transformationsprozesses ist also unabdingbar. Die Transformation kann hierbei nur im Zusammenwirken aller gesellschaftlichen Kräfte gelingen – von Unternehmen, Gewerkschaften, NGOs und Wissenschaft, von Finanzinstitutionen, politischen Entscheidungsträgern und den Bürgern. Allerdings ist entschiedenes und abgestimmtes staatliches Handeln notwendig, um die Transformation im gegebenen Zeitfenster anzuregen und zu unterstützen.

1.2 Der Agendaprozess „Green Economy“ des BMBF

Eine forschungs- und innovationspolitische Unterstützung des Transformationsprozesses ist außerordentlich wichtig, um die Chancen der Transformation für die deutsche Wirtschaft voll zu nutzen, die Risiken proaktiv zu adressieren und die Verantwortung gegenüber anderen Ländern sowie gegenüber zukünftigen Generationen angemessen einzubeziehen. Hierzu muss sich auch die Forschungs- und Innovationspolitik selbst überprüfen und neu aufstellen. Mit dem *Agendaprozess „Green Economy“* nimmt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) diese Aufgabe in Angriff.

Der gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) initiierte *Agendaprozess „Green Economy“* soll die Konferenzergebnisse von Rio+20 in Deutschland mit Blick auf den Beitrag von Wissenschaft und Forschung weiterführen. Konkret hat der Agendaprozess zum Ziel, gemeinsam mit den Stakeholdern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft erstens die forschungspolitischen Handlungsfelder für eine Green Economy thematisch zu strukturieren. Zweitens soll eine Forschungsagenda für die Transformation hin zu einer Green Economy entwickelt und mit den Stakeholdern abgestimmt werden. Die Ergebnisse des Agendaprozesses werden für die Weiterentwicklung des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für eine Nachhaltige Entwicklungen“ (FONA) Impulse liefern. Das BMU wird Anregungen aus dem Agendaprozess in die weitere Ausgestaltung von Rahmenbedingungen für eine Green Economy einfließen lassen.

Offizieller Startpunkt des Agendaprozesses war die Konferenz „Green Economy – Ein neues Wirtschaftswunder?“ am 4. und 5. September 2012 in Berlin. Die Konferenz brachte rund 450 Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Verbänden und Zivilgesellschaft zusammen. Bezogen auf vier Kernfelder wirtschaftlichen Handelns – Produktion, Finanzen, Arbeit

und Konsum – diskutierten diese über ihre Vorstellungen von der Green Economy, identifizierten Handlungsbedarf für verbesserte Rahmenbedingungen zur Förderung nachhaltiger Produktions- und Konsummuster und formulierten bestehende Wissenslücken.¹ Weitere Workshops zur Vertiefung der Themen sind geplant.

1.3 Ziele, Reichweite und Struktur der Untersuchung

Als wissenschaftlichen Beitrag zum *Agendaprozess „Green Economy“* hat das BMBF eine „Wissenschaftliche Untersuchung und Analyse der Treiber und Hemmnisse für die Transformation der deutschen Wirtschaft zur ‚Green Economy‘“ in Auftrag gegeben. Die Untersuchung dient als zusätzliche Informationsgrundlage für die Ausgestaltung einer Forschungsagenda für die Green Economy. In der Analyse sollten die in Tabelle I dargestellten Themenfelder untersucht werden, die zugleich die Arbeitspakete (AP) der Untersuchung bildeten:

Tabelle I: Arbeitspakete der Untersuchung

Arbeitspaket	Unterthemen für die Analyse
AP 1: Potenziale der größten und dynamischsten Märkte in ausgewählten Industriestaaten und Schwellenländern für die Entwicklung hin zu einer Green Economy	AP 1.1: Identifizierung und Analyse der größten und dynamischsten Märkte der Green Economy in ausgewählten Industriestaaten und Schwellenländern
	AP 1.2: Analyse der Rahmenbedingungen für die Entwicklung hin zu einer Green Economy in ausgewählten Industriestaaten
	AP 1.3: Identifizierung und Analyse marktübergreifender Schlüsselinnovationen für die Entwicklung hin zu einer Green Economy
	AP 1.4: Vorschlag einer Strukturierung der Green Economy hinsichtlich der prioritären gesellschaftlichen Bedarfssfelder und der prioritären Technologien
AP 2: Treiber und Hemmnisse für die Transformation der deutschen Wirtschaft zur Green Economy	AP 2.1: Analyse der Treiber und Hemmnisse der deutschen Wirtschaft in Bezug auf die ermittelten Schlüsselinnovationen
	AP 2.2: Analyse der Stärken und Schwächen Deutschlands bei den Rahmenbedingungen für die Transformation hin zu einer Green Economy
AP 3: Handlungsbedarf und Empfehlungen für die Transformation der deutschen Wirtschaft hin zu einer Green Economy	-/-

Die hier vorliegende Studie dokumentiert die Ergebnisse der Untersuchung.

Aufgrund der Breite und Komplexität der Themen konnten im Rahmen der Studie allerdings nicht alle Aspekte eingefangen werden. So lag der Fokus der Untersuchung auf den ökonomischen und ökologischen Aspekten der Green Economy, weniger auf den sozialen. Zudem

¹ Für weitere Informationen und eine vollständige Dokumentation der Konferenzergebnisse siehe <http://www.fona.de/de/14703> (zuletzt eingesehen am 30.01.2013).

wurden bei der Stärken-Schwächen Analyse der Rahmenbedingungen (Kap. 3.2) bildungspolitische Themen weitestgehend ausgeklammert. Eine angemessene Betrachtung bildungspolitischer Ansätze und Rahmenbedingungen wäre im Kontext dieser Studie nicht möglich gewesen; aufgrund des Fokus auf die Innovation und Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen wurde der Schwerpunkt auf die Innovationspolitik im engeren Sinne gelegt. Des Weiteren bestehen Grenzen bei der Aussagekraft einiger Analysen. So konnte aufgrund der bisherigen lückenhaften und schwer vergleichbaren Datenlage keine vollends stichfeste Quantifizierung der Marktdaten geleistet werden (vgl. einleitende Bemerkungen in Kap. 2.1). Auch die internationalen Rahmenbedingungen der Green Economy-Märkte (vgl. Kap. 2.2) konnten nur in Form von Schlaglichtern erfasst werden. Schließlich ist zu erwähnen, dass die Transformations-Governance (vgl. Kap. 3.2.8 und 4.1.6) im Rahmen dieser Studie nur angedeutet, nicht aber in der ihr zukommenden Wichtigkeit abgehandelt werden konnte.

Der Aufbau der Studie orientiert sich an den Arbeitspaketen der Untersuchung. Nach der Einleitung in Kapitel 1 widmet sich Kapitel 2 der Potentialanalyse und Strukturierung der Green Economy (AP 1). Zunächst werden hierzu in Kapitel 2.1 die internationalen Marktpotentiale auf zehn ausgewählten Submärkten der Green Economy dargestellt, die für deutsche Unternehmen besonders relevant sind. Hierauf aufbauend werden dann ausgewählte regulative Rahmenbedingungen sowie Finanzierungs- und Förderprogramme beschrieben, die auf diesen Märkten besonders innovativ, wirkmächtig und auf den deutschen Kontext übertragbar sind (Kapitel 2.2). Anschließend werden in Kapitel 2.3 die 32 ausgewählten Schlüsselinnovationen für die Entwicklung hin zur Green Economy vorgestellt sowie die weitere Auswahl von 10 Schlüsselinnovationen beschrieben, anhand derer die Treiber und Hemmnisse für die Transformation beispielhaft analysiert wurden. Basierend auf den Vorkapiteln werden in Kapitel 2.4 schließlich Vorschläge zur Strukturierung der Green Economy gemacht. In Kapitel 3 werden dann die Ergebnisse der Analyse von Treibern und Hemmnissen der Green Economy-Transformation in Deutschland (AP 2) dargestellt. Zunächst werden hierfür in Kapitel 3.1 in Form von „Transformationsbarometern“ Entwicklungsstand, Treiber und Hemmnisse der 10 Schlüsselinnovation der Green Economy zusammengefasst. In Kapitel 3.2 werden dann die Stärken und Schwächen Deutschlands bei einem der entscheidenden Einflussfaktoren für die Transformation dargestellt, den politischen Rahmenbedingungen in sechs zentralen Handlungsfeldern zur Förderung der Transformation. Das abschließende Kapitel 4 präsentiert die Forschungs- und Handlungsempfehlungen (AP 3), die sich aus den vorangegangenen Untersuchungen ableiten ließen.

2 Potentialanalyse und Strukturierung der Green Economy

2.1 Globale Marktpotentiale der Green Economy

In diesem Kapitel wird mittels Analyse von Marktdaten und einschlägigen Studien das Potential wichtiger und dynamischer Märkte der globalen Green Economy beschrieben. Generell gilt, dass konkrete Aussagen über Marktpotentiale nur getroffen werden können, wenn das große Feld der Green Economy in abgrenzbare Marktsegmente unterteilt wird. Zudem müssen für die gewählten Einteilungen passende Daten existieren und verfügbar sein. Im Fokus der Betrachtung stehen die drei Bedarfsfelder Mobilität, Wohnen und Ernährung, die aufgrund ihres hohen Umweltbelastungspotentials vorrangig abzubilden sind.

Die Strukturierung der betrachteten Marktfelder geschah in zwei Etappen. Zuerst wurden verschiedene existierende Ansätze auf ihre Nutzbarkeit untersucht. Zentrale Arbeiten für den globalen Agenda- und Dialogprozess der Green Economy der OECD, der European Environmental Agency (EEA) oder von UNEP bieten Konzeptualisierungsansätze an, bleiben jedoch auf einem sehr aggregierten und generellen Niveau. Dies lässt keine konkrete Datenrecherche und Aussage über Marktpotentiale zu. Die Klassifizierungsmethode von Eurostat Environmental Goods and Services Sector (EGSS) ist da spezifischer, klammert aber Güter aus, die keinen expliziten Umweltbezug haben (zur Vertiefung siehe Kapitel 2.4). Von der Verwendung der Einteilung der klassischen Umweltindustrien (Abfallwirtschaft, Wassertechnologien, Luftreinhaltung, Lärmschutz) wurde aus zwei Gründen abgesehen. Zum einen sind diese nicht zwangsläufig Zukunftsmärkte und zum anderen decken sie nicht alle Bereiche ab, die für eine grüne Transformation bedeutsam sind.

Um die im Fokus stehenden grünen Leitmärkte adäquat zu erfassen, erscheinen letztendlich die in zahlreichen Berichten des Bundesumweltministeriums vorliegenden Vorarbeiten zur Klassifizierung einer Green Economy am sinnvollsten (BMU 2012b; 2011b; 2009a). Die Gliederungsansätze dort in Form von grünen Leitmärkten scheinen adäquat, um für die Green Economy zentrale und zukunftssträchtige Märkte für die deutsche Wirtschaft zu untersuchen, und sie bilden daher den Ausgangspunkt der Betrachtungen für die Untersuchungen zu Marktpotentialen im vorliegenden Studienabschnitt.

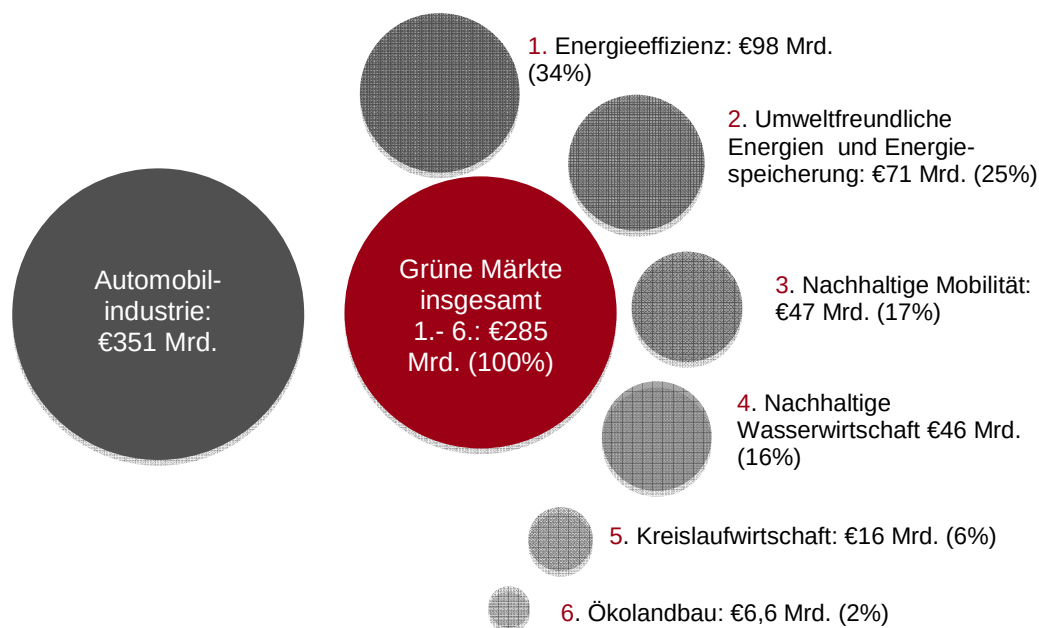
Der zweite Schritt der Strukturierung bestand in der weiteren Konkretisierung der relevanten Märkte und einer präziseren Eingrenzung, um belastbare Aussagen zu treffen. Hierfür wurde zunächst der Leitmarkt Rohstoff- und Materialeffizienz aus Gründen von Abgrenzungsschwierigkeiten (z. B. Verhältnis grüner Nanotechnologie zur Nanotechnologie insgesamt) und möglicher Überschneidungen (z. B. nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) im Bereich Rohstoffeffizienz und alternative Kraftstoffe im Bereich nachhaltige Mobilität) teils auf andere Leitmärkte aufgeteilt und es wurden manche weniger relevanten Teilaspekte ausgespart. Ferner wurden zwei weitere Leitmärkte hinzugenommen. Um dem Bedarfsfeld Ernährung stärker gerecht zu werden, wurde die nachhaltige Landwirtschaft zusätzlich in den Fokus gerückt. Außerdem erhielt der Dienstleistungsbereich in Form der *Green Services* einer seiner Bedeutung entsprechende Beachtung. Als Ergebnis dieser Vorüberlegungen wurden folgende *grüne Leitmärkte* identifiziert und für die weitere Bearbeitung ausgewählt:

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. Umweltfreundliche Energien | 2. Energieeffizienz |
| 3. Nachhaltige Wasserwirtschaft | 4. Nachhaltige Mobilität |
| 5. Abfallwirtschaft- und Kreislaufwirtschaft | 6. Nachhaltige Landwirtschaft |
| 7. Green Services | |

Diese grünen Leitmärkte sind in Deutschland schon lange keine Nischenmärkte. Sie hatten 2011 insgesamt ein Marktvolumen von €285 Mrd. (BMU 2012: 32; IFOAM 2012).² Vergleicht man dieses Volumen mit dem deutschen Automobilmarkt (€351 Mrd.), wird ersichtlich, dass dieser im selben Zeitraum nur rund €66 Mrd. mehr umsetzte (vgl. Abbildung 1).

Um aussagekräftige und belastbare Daten und Marktanalysen für die globale Green Economy zu liefern, ist die Analyseebene der identifizierten Leitmärkte zu hoch aggregiert. Daher wurden aus jedem Leitmarkt einzelne Submärkte herausgegriffen und vertieft betrachtet (vgl. Tabelle II).

Abbildung 1: Marktvolumen der deutschen grünen Leitmärkte in Relation zur Automobilindustrie in Deutschland (2011) (% in Relation zu den gesamten grünen Märkten)



Quelle: BMU 2012b: 32, VDA 2012, IFOAM 2012

² Umwelttechnik-Dienstleistungen, sprich ein Teil der Green Services, werden im Green Tech Atlas 3.0 (BMU 2012: 41ff) als Teilbereich der grünen Leitmärkte definiert. Daher wird ihr Volumen hier nicht als einzelner Markt betrachtet, sondern es ist innerhalb der anderen Leitmärkte mit abgebildet.

Tabelle II: Ausgewählte grüne Leitmärkte und Submärkte

Leitmärkte	Submärkte	Leitmärkte	Submärkte
1. Umweltfreundliche Energien	1. Erneuerbare Energien	4. Nachhaltige Mobilität	7. Alternative Antriebstechnologien
	2. Speichertechnologien		8. Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme
2. Energieeffizienz	3. Energieeffizienz von Gebäuden	5. Abfallwirtschaft- und Kreislaufwirtschaft	9. Stoffliche Abfallverwertung
	4. Effizienztechnologien in der Industrie	6. Nachhaltige Landwirtschaft	10. Ökolandbau
3. Nachhaltige Wasserwirtschaft	5. Dezentrales Wassermanagement	7. Green Services	11. Sustainable Finance
	6. Abwasserentsorgung	* Der Leitmarkt Material- und Ressourceneffizienz ist teilweise in andere Leitmärkte integriert, teilweise ausgeklammert (vgl. S. 6).	

Grundlegend bei der Auswahl war die Annahme des Umweltentlastungspotentials und des nachhaltigen Produktcharakters der Technologien innerhalb der einzelnen Submärkte. Diese beruht auf ihrer Zuordnung zu den grünen Leitmärkten in den erwähnten BMU-Publikationen (2012b; 2011b; 2009a) sowie im Falle des Ökolandbaus auf Grund von Studien des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (bspw. BMELV 2004). Das Umweltentlastungspotential des Submarktes Sustainable Finance ist nicht ohne weiteres ersichtlich, da die Wirkung von klimafreundlichen und nachhaltigen Kapitalanlagen erst in Ansätzen untersucht ist (vgl. erste Ansätze in Kahlenborn, Dierks, Wendler et al. 2010: 6). UNEP geht jedoch davon aus, dass die Transformation hin zu einer Green Economy fundamental auf der Bereitstellung von *Sustainable Finance* beruht (UNEP 2011: 588ff). Die zentralen Auswahlkriterien für die grünen Submärkte waren dynamische Wachstumsraten, Relevanz für die deutsche Wirtschaft, innovativer Charakter sowie eine Mindestverfügbarkeit an Daten. Ein weiterer Aspekt, den es bei der Auswahl der Submärkte zu berücksichtigen gab, war eine möglichst breite Erfassung der Schlüsselinnovationen, welche in Kapitel 2.3 dargestellt werden.

Wie im Folgenden dargestellt wird, decken die vorgeschlagenen Submärkte auch die drei zentralen Bedarfsfelder Mobilität, Wohnen und Ernährung ab (vgl. Tabelle III). Dabei sind die Submärkte erneuerbare Energien und Speichertechnologien, stoffliche Abfallverwertung sowie Sustainable Finance bedarfsfeldübergreifend zu verstehen. Das heißt, sie können nicht einzelnen Bedarfsfeldern zugeordnet werden, sondern sie spielen vielmehr eine systemische, übergeordnete Rolle in der Marktwirtschaft und haben somit eine zentrale Bedeutung für den Übergang zu einer Green Economy.

Tabelle III: Überblick über ausgewählte grüne Leitmärkte, Submärkte und Bedarfsfelder

		Submärkte	Bedarfsfelder		
			Mobilität	Wohnen	Ernährung
Grüne Leitmärkte	Umweltfreundliche Energien	Erneuerbare Energien	x	x	X
		Speichertechnologien	x	x	X
	Energieeffizienz	Energieeffizienz von Gebäuden		x	
		Energieeffizienz in der Industrie	x		X
	Nachhaltige Wasserwirtschaft	Dezentrales Wassermanagement		x	X
		Abwasserentsorgung		x	
	Nachhaltige Mobilität	Alternative Antriebstechnologien	x		
		Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme	x		
	Abfall- und Kreislaufwirtschaft	Stoffliche Abfallverwertung	x	x	X
Nachhaltige Dienstleistungen	Nachhaltige Landwirtschaft	Ökologischer Landbau			X
	Green Services	Sustainable Finance	x	x	X

Im Folgenden werden nun die internationalen Marktentwicklungen und -potentiale der einzelnen Submärkte betrachtet. Es werden Aussagen zur gesamten globalen Entwicklung auf dem jeweiligen Submarkt, zur Entwicklung in Deutschland sowie in aussichtsreichen Exportmärkten getroffen. Die analysierten Länder sind sowohl ausgewählte Industriestaaten (Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Niederlande, USA, Japan) als auch die wichtigsten Schwellenländer (Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika).

2.1.1 Erneuerbare Energien

Technologie

Zu den erneuerbaren Energien werden gemeinhin die Technologien Photovoltaik (PV), Solarthermie, Geothermie, Windkraft, Wasserkraft und Biomassenutzung gezählt (BMU 2012b: 46).

Weltweite Entwicklung

Im Jahr 2010 wurden weltweit 8,2% des Energiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt (Sawin 2012: 21). Die Wachstumsraten der Kapazitäten der erneuerbaren Energien weltweit sind hoch: Allein die PV-Kapazitäten wuchsen von 2006 bis 2011 um durchschnittlich 58% im Jahr (Sawin 2012: 22). Global betrachtet stellt die Wasserkraft momentan die größte Energiequelle aus erneuerbaren Ressourcen dar, jedoch mit deutlich niedrigeren Wachstumsraten von 3% (Sawin 2012: 23). Das gesamte weltweite Investitionsvolumen in erneuerbare Energien betrug 2011 rund €187 Mrd. (FSFM 2012: 15).

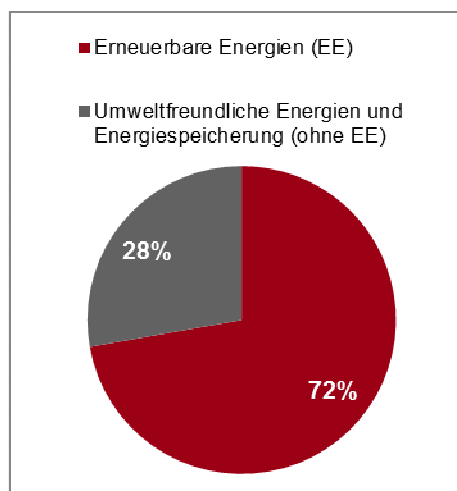
Deutschland

Das Marktvolumen für erneuerbare Energien betrug 2011 über €51 Mrd. Es wird von einer Wachstumsrate von 8% des Marktes bis 2025 ausgegangen (BMU 2012b: 46). Erneuerbare Energien sind bereits eine Schlüsseltechnologie in Deutschland: Sie deckten 2011 über 12% des gesamten Energieverbrauchs und über 20% des Stromverbrauchs (BMU 2012b: 47) ab. Deutsche Firmen vereinten 2009 einen Anteil am Weltmarkt von rund 35% (BMU 2009a: 64).

Aussichtsreiche Exportmärkte

China tätigte 2011 mit €39 Mrd. die höchsten Investitionen weltweit im Bereich erneuerbare Energien (FSFM 2012: 15). Verglichen mit dem Jahr 2010 stellt dies ein Wachstum von 17% dar. In Chinas 12. Fünfjahresplan sind ambitionierte Absichten für die Steigerung der Kapazitäten von erneuerbaren Energien genannt. Bis 2015 sollen die Kapazitäten der erneuerbaren Energien von momentan 282 GW (ohne Wasserkraft 70 GW) auf insgesamt 394 GW, also um 40%, steigen. Allein die Windenergie soll von einer momentanen Kapazität von 4 GW auf 21 GW ausgebaut werden. Dies entspräche einer Steigerung um mehr als das Fünffache (Reuters 2012; Sawin 2012: 23; 25). In welchem Maße ausländische Unternehmen von diesem Boom profitieren werden, ist unklar. Zum einen sind Chinas Ambitionen, die eigene Wirtschaft in diesem Bereich zu stärken, deutlich. Zum anderen tun sich ausländische Firmen in dem stark staatlich regulierten Markt schwer, die entscheidenden formellen und informellen Netzwerke aufzubauen (GTAI 2011f).

Abbildung 2: Marktvolumen der erneuerbaren Energien in Relation zum Leitmarkt umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung in Deutschland



Quelle: BMU 2012: 45f

- Fukushima hat weltweit eine Welle an (Teil-) Ausstiegserklärungen aus der Atomenergie verursacht.
- Bisher wird weltweit 8,2% des Energieverbrauchs durch erneuerbare Energien bereitgestellt.
- Deutsche Unternehmen haben einen Anteil von rund 35% am Weltmarkt.
- China tätigte 2011 die meisten Investitionen im Bereich erneuerbare Energien, gefolgt von den USA.
- 2011 wuchsen die Kapazitäten der Solarenergie um 74% weltweit.

Die **USA** lagen 2011 mit ihrem Investitionsvolumen im Bereich erneuerbare Energien noch vor Deutschland.

Das Land investierte 57% mehr als im Vorjahr, insgesamt €38 Mrd. (FSFM 2012: 15). Hierbei ist zu beachten, dass die USA nach einem Einbruch bei den Investitionen im Jahr 2009 auf €17 Mrd. erst 2011 die bisherige Höchstmarke von €28 Mrd. aus dem Jahr 2008 übertrafen (FSFM 2012: 22). Auf dem amerikanischen Markt gibt es eine starke Konkurrenz internationaler und nationaler Firmen. Trotzdem konnte Siemens sich den dritten Platz bei den Windkraftanlagenbauern sichern. Auch für andere Branchen der deutschen Wirtschaft im Bereich erneuerbare Energien bieten sich gute Möglichkeiten, wie im Zulieferbereich für den Anlagenbau, aber auch bei den Dienstleistungen, z. B. der Wartung (GTAI 2012b; EEE 2012: 40). Für genauere Prognosen bleibt allerdings abzuwarten, welche Auswirkungen der neue Boom des Fracking zur Gewinnung von Öl- und Gasreserven auf die Investitionen in erneuerbare Energien in den USA haben wird.

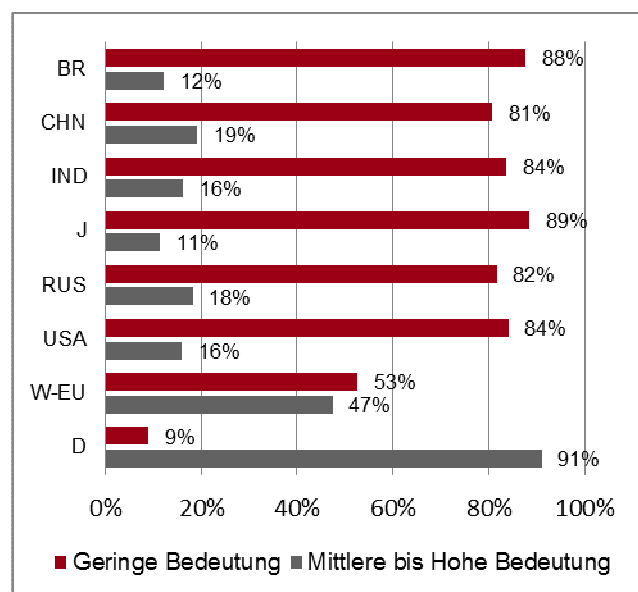
Die Havarie des Atomkraftwerks (AKWs) in Fukushima hat zu einem Umdenken in **Japan** geführt. Im September 2012 wurde der Ausstieg aus der Atomenergie bis 2040 beschlossen (FAZ 2012b). Es gibt hier allerdings noch einige Unklarheiten, etwa wird an der Fertigstellung von drei neuen AKWs festgehalten und die neu gewählte Regierung kündigte im Dezember 2012 an, den Atomausstieg noch einmal zu überdenken³ (FAZ 2012a). Der Anteil der erneuerbaren Energieträger soll jedoch deutlich steigen. Bis 2020 wird anvisiert, 20% der Stromerzeugung durch Erneuerbare zu decken. Im Jahr 2009 waren es lediglich 9%, wobei Wasserkraft allein 8% ausmachte (GTAI 2011h). Die Präfekturen Fukushima und Nagano haben sich zum Ziel gesetzt, bis 2040 bzw. 2050 ihren Energiebedarf zu 100% aus erneuerbaren Quellen zu decken (Sawin 2012: 69). Um als ausländisches Unternehmen Erfolge auf dem japanischen Markt zu erzielen, sind heimische Partner von zentraler Bedeutung (Jetro 2012: 9).

In **Indien** findet sich ein stetig wachsendes, aber verglichen mit China ein noch geringes Investitionsvolumen in erneuerbare Energien von €9 Mrd. im Jahr 2011 (FSFM 2012: 22). Die Chancen für deutsche Unternehmen sind jedoch gut, da Indien viel im Bereich Erneuerbare importiert und auf ausländisches Know-how angewiesen ist, so in der Solar- und Offshore-Branche (GTAI 2011g; GTAI 2012a).

Fazit

Insgesamt stellen erneuerbare Energien vielerorts bereits wichtige Energiequellen dar. Der weltweite Trend zum vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien wird durch das starke Engagement von China und den USA weiter angetrieben. Das Unglück von Fukushima hat

Abbildung 3: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen (z. B.: 88%/12% der befragten Unternehmen messen Brasilien eine geringe/mittlere bis hohe Bedeutung als Absatzmarkt bei)



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

³ <http://www.faz.net/aktuell/finanzen/fruehaufsteher/medienschau-griechische-grossbanken-brauchen-etwa-27-5-milliarden-euro-kapital-12007874.html> (eingesehen am 20.01.2013)

weltweit eine Welle von (Teil-)Ausstiegserklärungen aus der Atomenergie nach sich gezogen, was den Erneuerbaren weitere Potentiale eröffnet (Sawin 2012: 69). Die Nachfrage nach Technologien und Know-how im Bereich erneuerbare Energien wird weltweit weiter steigen. Deutsche Firmen sind mit einem Anteil von 35% am Weltmarkt gut aufgestellt. Die Erfahrungen, welche durch die Energiewende gesammelt werden, können dabei zu einer weiteren Stärkung der deutschen Stellung führen.

2.1.2 Speichertechnologien

Technologie

Es wird zwischen mechanischen oder Langzeitspeichern (z. B. Pumpspeicher, Druckluftspeicher, Schwungräder), elektrochemischer (z. B. Redox-Flow-Batterien, Lithium-Ionen-Akkus, Kondensatoren, Brennstoffzellen) und elektromagnetischer Speicherung (z. B. *electrochemical Capacitors*), *superconducting magnetic energy storage (SMES)* unterschieden (Oertel 2008; Renewables 2012: 7). Die Energiespeicherung spielt beim Ausbau der Kapazitäten von erneuerbarer Energie eine Schlüsselrolle. Daher ist von einem positiven Zusammenhang zwischen der Nachfrage nach Technologien zur Generierung von erneuerbarer Energie und der Nachfrage nach Speichertechnologien auszugehen.

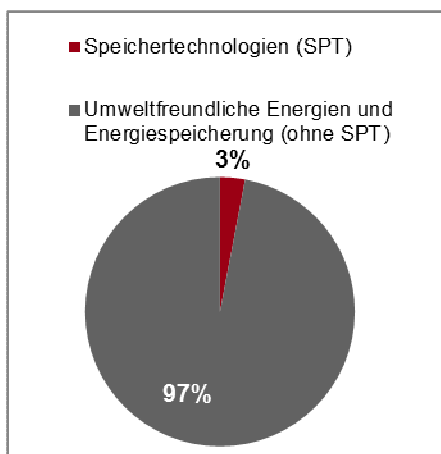
Weltweite Entwicklung

Auch wenn es - abgesehen von Pumpspeicherwerken - kurzfristig kaum einsatzbereite Technologien für die großangelegte Speicherung von Energie gibt, wird von einem großen Wachstumspotential ausgegangen (BMU 2012b: 59, 61). Konkrete Zahlen auf globaler Ebene variieren und Prognosen sind tendenziell schwierig (Umweltbundesamt (UBA)

- Prognosen über Entwicklungen der Märkte und Technologien variieren stark.
- Bis 2015 wird von einem geringen weltweiten Marktwachstum ausgegangen.
- Bis ca. 2030 soll die Leistung weltweit auf bis zu 300 GW steigen und das gesamte Marktvolumen über diesen Zeitraum auf bis zu €420 Mrd. anwachsen.
- Deutschland liegt hinter Japan und den USA hinsichtlich der Marktmacht sowie bei der Entwicklung von Technologien.

2007a: 116f). Gemäß einer Studie einer US-amerikanischen Beratungsfirma sollen bis 2030 insgesamt 425 GW Speicher installiert werden. Dies würde einem akkumulierten Marktvolumen von €280 Mrd. entsprechen bzw. pro Jahr im Schnitt rund €15 Mrd. (Pieper und Rubel 2011: 15). Es wird ein relativ schwaches Wachstum bis 2015 prognostiziert, welches danach jedoch stark ansteigen soll (Pieper und Rubel 2011: 15f). Eine andere Studie hält sich bedeckter und bemisst das Gesamtvolumen der nächsten 10 bis 20 Jahre auf €140 bis €420 Mrd. bei einer installierten Leistung von 300 GW (KEMA 2012: 7-1). Die Länder mit dem größten Engagement auf dem Weltmarkt und bei der (Weiter-) Entwicklung von Speichertechnologien sind Japan und die USA, gefolgt von Deutschland, wobei Japan einen klaren Vorteil bei den Patentanmeldungen verzeichnen kann (UBA 2007c: 26, 30; UBA 2007a: 118, 120f; European Parliament 2007: 31).

Abbildung 4: Marktvolumen der Speichertechnologien in Relation zum Leitmarkt umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung in Deutschland, 2011



Quelle: BMU 2012b: 45f

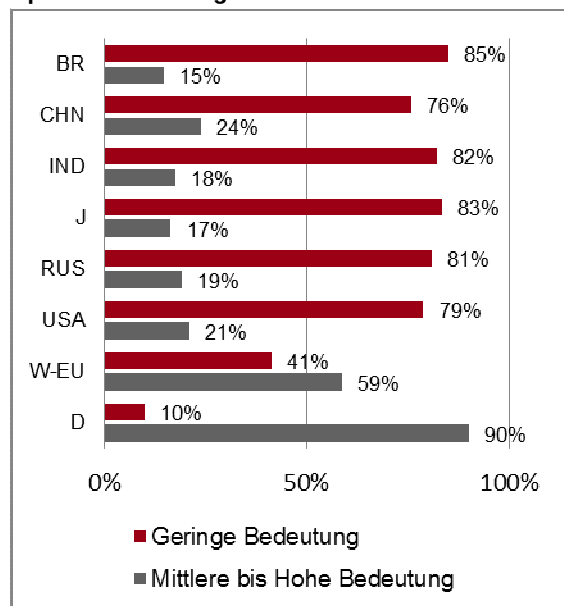
Deutschland

Es wird von einer jährlichen Wachstumsrate des deutschen Marktes von 13% bis 2025 ausgegangen: Das Marktvolumen im Jahr 2011 betrug knapp €2,5 Mrd. und soll sich bis 2025 auf fast €13,3 Mrd. mehr als verfünffachen (BMU 2012b: 58). In Deutschland existiert momentan eine Gesamtspeicherleistung von 7 GW, wobei allein rund 6 GW mittels Pumpspeicherwerken bereitgestellt wird (BMU 2012b: 59; Oertel 2008: 35). Eine deutliche Ausweitung der Pumpspeicherkapazität ist auf Grund der dichten Besiedelung, des hohen Flächenverbrauchs solcher Anlagen und aus Gründen des Naturschutzes gerade in Bergregionen nur begrenzt möglich (BMU 2012b: 61; Oertel 2008: 35f). Daher ist davon auszugehen, dass andere Technologien vermehrt zum Einsatz kommen werden.

Aussichtsreiche Exportmärkte

Ambitionierte Ziele beim Einsatz von erneuerbarer Energie sind gekoppelt mit einem steigenden Bedarf an Speichertechnologien (Pieper und Rubel 2011: 15). Es ist daher von wachsenden Marktzahlen in den **USA, China, Europa** und **Japan** auszugehen. Jedoch werden unterschiedliche Entwicklungen der verschiedenen Technologien prognostiziert. So soll der **chinesische** Markt für Druckluftspeicher bis 2020 für deutsche Unternehmen nur sehr gering an Bedeutung zunehmen, da diese Technologie vor allem in entwickelten Industrienationen wie **Deutschland, USA** oder **Japan** nachgefragt werden wird (UBA 2007a: 131). Für Wasserstoff als Energiespeicher wird dagegen von besonders stark wachsenden Absatzmöglichkeiten auf den asiatischen Märkten, speziell in **China**, ausgegangen (UBA 2007a: 118).

Abbildung 5: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs Speichertechnologien



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

Die Datenlage zu den einzelnen internationalen Märkten ist schlecht. Die Zahlen und vor allem die Prognosen unterscheiden sich teilweise stark.

Gemäß einer Marktstudie verzeichnete der **US-amerikanische Markt** 2011 ein Volumen von mehr als €2 Mrd. und soll bis 2014 auf mehr als €3,5 Mrd. anwachsen (EBI 2012). Die USA sind im Bereich Speichertechnologien sehr gut aufgestellt. Vor allem durch eine intensive Forschungsförderung hat die USA beispielsweise bei den Druckluftspeichern und der Speicherung durch Wasserstoff eine weltweit führende Position inne (UBA 2007a: 120, 133).

Für den **chinesischen** Markt für Speichertechnologien wird ein rasantes Wachstum bis 2016 vorhergesehen. Bei momentan weniger als 50 MW Speicherkapazität (ohne Pumpspeicher), soll die Leistung bis 2016 auf über 700 MW anwachsen. Das Marktvolumen soll im Jahr 2016 rund €350 Mio. betragen (GTM Research 2012).

Fazit

Relevante Technologien sind noch nicht ausgereift und wichtige Markteinführungen stehen teilweise noch bevor. Insgesamt wird jedoch von einem starken Wachstum ausgegangen, welches auf den massiven Ausbau von erneuerbaren Energien weltweit zurückgeführt wird. Um große Mengen an Energie zu speichern, sind bisher allein Pumpspeicherwerke mittel-

fristig einsetzbar. Japan und USA führen den Markt momentan an, Deutschland ist insgesamt jedoch gut aufgestellt.

2.1.3 Energieeffizienz von Gebäuden

Technologie

Der Submarkt “Energieeffizienz in Gebäuden” umfasst das Marktsegment der Energiedienstleistungen, welches die Konzeption, die Umsetzung und den Betrieb von Energieinfrastruktur durch spezialisierte Unternehmen beschreibt, sowie das Marktsegment energieeffiziente Gebäudetechnik. Dieses wiederum beinhaltet einzelne Komponenten wie Wärmedämmung, Lüftungs- und Klimasysteme, Elemente der Gebäudeautomation, energieeffiziente konventionelle Heizsysteme und Wärmepumpen. Die Komponenten können zu energieeffizienten Gesamtsystemen verknüpft werden, etwa in Form von Niedrigenergie- oder Passivhäusern.

- Umsatzsteigerung bis 2017 auf €74 Mrd.
- Der Weltmarktanteil deutscher Heiz- und Klimatechnik beträgt 15%.
- Europa und Russland als attraktivste Märkte für deutsche Unternehmen.
- Trend: Das dynamischste Marktsegment sind Energiedienstleistungen.

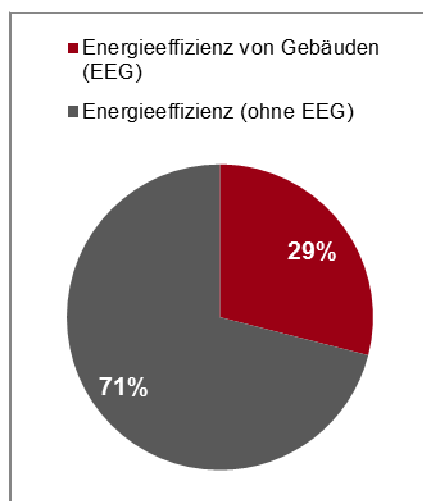
Energieeffiziente Gebäude besitzen ein enormes Einsparpotential von umweltschädlichen Emissionen. Nach Angaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) lassen sich bis 2020 die Kohlendioxidemissionen von Gebäuden um 29% reduzieren, ohne dass höhere Kosten entstehen (BMU 2011b: 129).

Weltweite Entwicklung

Der weltweite **Umsatz** der Energieeffizienz im Gebäudebereich belief sich in 2011 auf €48,7 Mrd. Schätzungen zufolge wird dieser bis 2017 auf €74,22 Mrd. anwachsen, dies entspricht einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 7% pro Jahr. Die USA, Deutschland, Frankreich, Großbritannien und China decken über 75% des weltweiten Marktes ab (Pike Research 2011).

Das größte und dynamischste Marktsegment stellen die Energiedienstleistungen dar, deren Umsatz sich bis 2017 auf €47,37 Mrd. nahezu verdoppeln soll. Diese werden von spezialisierten Unternehmen, den Energy Service Companies (ESCOs), angeboten. Die Marktstrukturen sind regional sehr verschieden. In den USA konzentrieren sich die Energiedienstleistungen vorwiegend auf langfristige Verträge im öffentlichen Sektor, während asiatische Anbieter mehr Aufträge im Privatsektor und bei Neubauten erzielen. Europäische Firmen haben sich zunehmend auf Energieliefer-Contracting spezialisiert (Pike Research 2011).

Abbildung 6: Marktvolumen der Energieeffizienztechnologien von Gebäuden in Relation zum Leitmarkt Energieeffizienz in Deutschland, 2011



Quelle: BMU 2012: 76

Auch der internationale Markt für Raumklima, der Heating, Ventilation, Air Conditioning-Markt (HVAC), zeigt regionale Unterschiede. Der weltweit größte Absatzmarkt für Heiztechnik ist Europa mit knapp der Hälfte des globalen Branchenumsatzes, gefolgt von Asien und Amerika. Die weltweit größten Absatzmärkte für Lüftungs- und Klimatechnik sind hingegen Asien und Amerika, die gut 80% des Gesamtmarktes auf sich vereinen (Bosch 2012). Während energieeffiziente Gebäude in den Industrieländern durch geeignete Finanzierungs- und Fördermaß-

nahmen auch zunehmend von den Haushalten nachgefragt werden, beschränkt sich die Nachfrage in den Schwellenländern größtenteils auf den Staat und private Unternehmen.

Deutschland

In **Deutschland** bedürfen 3 von 4 der 39 Mio. Wohngebäude einer energetischen Sanierung. Hinzu kommen rund 1,5 Mio. Nichtwohngebäude. Schätzungen zufolge beträgt das wirtschaftliche Potenzial dieser Sanierungen bis 2030 €340 Mrd. Um diese Potenziale jedoch hinreichend auszuschöpfen, müsste sich die jährliche Sanierungsrate verdoppeln (Marino, Bertoldi und Rezessy 2010: 57). Deutsche Produkte im Bereich der Gebäudeeffizienz sind weltweit aufgrund ihrer Qualität und Innovationskraft geschätzt. Preisgünstige Produkte aus den Schwellenländern stellen jedoch zunehmend eine Konkurrenz dar.

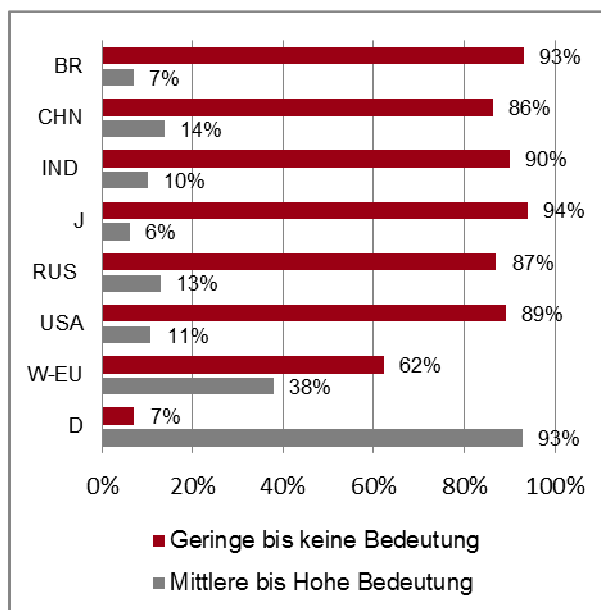
Aussichtsreichste Exportmärkte

Die geplanten Investitionen **Frankreichs** für thermische Renovierungen belaufen sich bis 2020 auf €192 Mrd. Hinzu kommen €13 Mrd. für die energetische Verbesserung von Neubauwohnungen. Ab 2013 sind 400.000 Renovierungen pro Jahr vorgesehen, um den Energieverbrauch von Gebäuden bis 2020 um 38% zu reduzieren (EEE 2009b: 27). Hinzu kommen jährlich nochmals 400.000 Neubauten, bei denen Energieeffizienzmaßnahmen insgesamt eine große Rolle spielen. Das Marktvolumen der Energiedienstleistungen erreichte 2010 geschätzte €4-5 Mrd. Unter den führenden ESCO-Dienstleistern in Frankreich befindet sich mit Siemens auch ein deutsches Unternehmen (China Green Tech 2011: 26).

Im Vergleich zu anderen Staaten der Europäischen Union (EU) ist die Bausubstanz im **Vereinigten Königreich** relativ alt (EEE 2011c: 32). Sanierung und Renovierung des Altbaubestandes werden im Energieeffizienzbereich eine bedeutende Rolle spielen. Hinzu kommen die Neubauten: Jährlich werden ca. 200.000 Neubauten errichtet. 21% des Baubestandes werden voraussichtlich in den Jahren 2016 bis 2050 in einer CO₂-neutralen Bauweise erstellt (EEE 2011c: 33). Der Markt für Heiztechnik wächst 2013 Schätzungen zufolge um 7%, bei der Wärmedämmung wird von einer Steigerung von 11% ausgegangen. Das jährliche Marktvolumen der ESCOs liegt bei schätzungsweise €400 Mio. Der Markt gilt als gut entwickelt und wird von internationalen Unternehmen, darunter auch Siemens, beherrscht (Marino, Bertoldi und Rezessy 2010: 63). Der ESCO-Markt wird daher in Zukunft nur langsam weiter anwachsen.

In den **Niederlanden** kann man von einem „Energieeffizienz-Trend“ sprechen, der über die reinen energetischen Neu- und Umbaumaßnahmen hinausgeht (EEE 2009a: 12f). Die Voraussetzungen für eine vollständige Energieneutralität im Gebäudebereich bis 2050 sind gegeben, wenn die Entwicklungen energisch vorangetrieben werden (EEE 2009a: 11). Jährlich werden zwischen 60.000 und 80.000 neue Wohnungen gebaut, welche die Energieeffizienzrichtlinie erfüllen müssen. Das Marktvolumen für energetische Baumaßnahmen wird

Abbildung 7: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs Energieeffizienz von Gebäuden



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

auf €2,5 bis 4 Mrd. geschätzt (EEE 2009a:12). In den Niederlanden agieren rund 50 ESCOs. Deren Angebot bewegt sich aber noch auf niedrigem Niveau und es herrscht Misstrauen auf dem Markt aufgrund fehlender Standardisierungen (Marino, Bertoldi und Rezessy 2010: 47). Dem ESCO-Markt werden aber gute Wachstumschancen vorhergesagt.

Die Bewegung zur Förderung des "grünen Bauens" steht in **Russland** noch ganz am Anfang, fasst aber langsam Fuß (GTAI 2011m). Die Bauwirtschaft in Russland wird auch in den nächsten Jahren hohe Wachstumsraten verzeichnen können. Jährlich kommen rund 50 Mio. Quadratmeter neue Wohnfläche hinzu. Als Motor für die Branchen Dämmung und Heiztechnik werden sich die Energieeinsparmöglichkeiten im Wohnungswesen Russlands auswirken, die angesichts der klimatischen Verhältnisse und der Altersstruktur des Gebäudeparks gigantisch sind. Die Hälfte des gesamten Wohnungsbestandes von 3 Mrd. Quadratmetern muss saniert werden. Entsprechend dynamisch wächst Russlands Markt für Dämmstoffe derzeit zwischen 20 und 30 % pro Jahr. Branchenkenner erwarten, dass er bis 2017 von derzeit rund 500 Mio. Euro auf 1,2 Mrd. Euro anwachsen wird (BMU 2009a: 374f).

Fazit

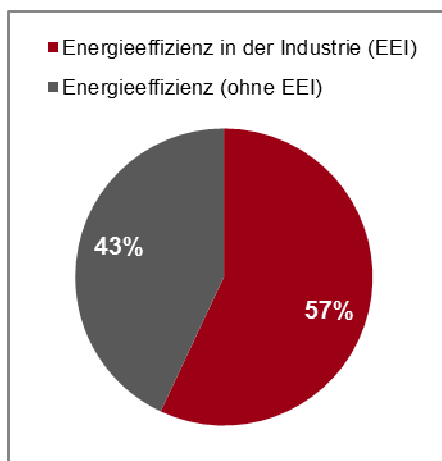
Die größten Absatzchancen für deutsche Unternehmen sind insgesamt auf den europäischen Märkten zu erwarten. Hier nimmt vor allem die Nachfrage nach Energiedienstleistungen zu. Hohe Wachstumsraten im Bausektor, extreme klimatische Verhältnisse und eine schon gute Positionierung deutscher Unternehmen machen auch den russischen Markt für energieeffiziente Gebäudetechnik attraktiv. Die Konkurrenz aus den Schwellenländern mit deutlich günstigeren Produkten im Bereich der Gebäudetechnik entwickelt sich immer dynamischer.

2.1.4 Effizienztechnologien in der Industrie

Technologie

Bei der Analyse dieses Submarktes stehen zwei Segmente im Vordergrund: effiziente Produktionsverfahren in den Kernprozessen der Güterproduktion und die Querschnittstechnologien für Industrie und Gewerbe. Bei den effizienten Produktionsverfahren liegt der Fokus auf Verfahren in den energie- und materialintensiven Branchen, wie beispielsweise der

Abbildung 8: Marktvolumen der Energieeffizienz in der Industrie in Relation zum Leitmarkt Energieeffizienz in Deutschland (2011)



Quelle: BMU 2012b: 71

- Kontinuierliche Steigerung des Weltmarktvolumens bei Mess-, Steuer- und Regeltechnik um jährlich 5%.
- Der weltweite Marktanteil deutscher Unternehmen liegt in diesem Bereich bei 15%.
- Aussichtsreichste Märkte sind Europa, die USA, China und Brasilien.

Stahl-, Zement-, Metallindustrie oder Grundstoffchemie. Bei den Querschnittstechnologien geht es um die Sparpotenziale in den unterstützenden Prozessen der Produktion. Dazu zählen elektrische Antriebe, Druckluft, Pumpen, Wärme- und Kältebereitstellung.

Weltweite Entwicklung

Roland Berger prognostiziert dem globalen Energieeffizienzmarkt durchschnittliche Steigerungsraten von 3,9% (BMU 2012b: 191). Das Weltmarktvolumen im Kernsektor Mess-, Steuer- und Regeltechnik wird von €250 Mrd. bis 2020 um jährlich 5% auf €470 Mrd. anwachsen. Bei den Elektromotoren wird von einer jährlichen Steigerung von 6% ausgegangen. Dies entspricht einem Welt-

Marktvolumen von €26 Mrd. in 2020 (BMU 2009a: 87).

Deutschland

In Deutschland umfasst der Energieeffizienzmarkt ein Volumen von rund €98 Mrd. und ist damit der größte der grünen Zukunftsmärkte. Im Industriesektor ist die Mess-, Steuer- und Regeltechnik mit einem Marktvolumen von fast €30,5 Mrd. die führende Technologielinie (BMU 2012b: 38). Deutsche Unternehmen erzielen hier einen weltweiten Marktanteil von 15% und konnten schon in den letzten Jahren Umsatzsteigerungen von über 30% erwirtschaften. Dieser Trend wird sich fortsetzen (BMU 2009a: 89). Der signifikanteste Innovationstreiber für mehr Energieeffizienz in der Industrie ist der Maschinen- und Anlagebau, auf den etwa 55% der gesamten Investitionen in der Industrie entfallen (Prognos 2009: 2).

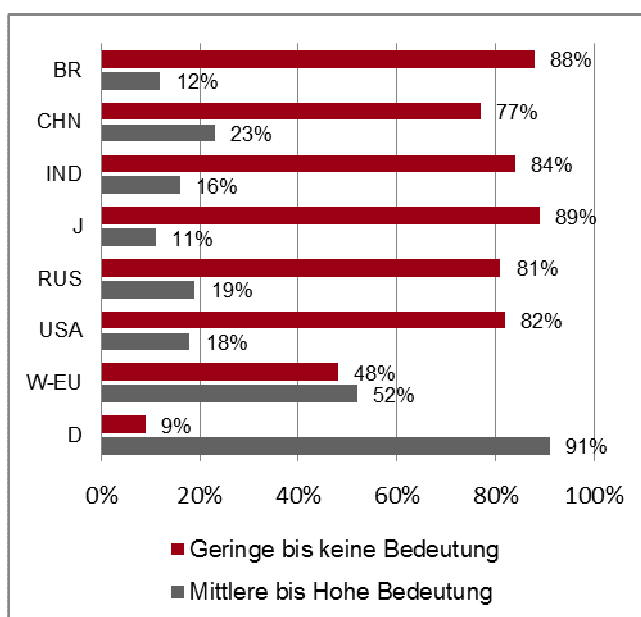
Aussichtsreichste Exportmärkte

Der Industriesektor in **China** verbraucht 60% der Gesamtenergiemenge des Landes. Dies ist der höchste Wert unter den untersuchten Ländern. Gleichzeitig ist China auch das einzige Land, dessen Energiekonsum im Industriesektor weiterhin signifikant zunimmt (ABB 2011). Hinzu kommen häufige Energieengpässe, die die Regierung veranlasst haben, ehrgeizige Ziele und stringente Gesetze zu entwickeln. Diese Rahmenbedingungen bieten deutschen Unternehmen große Chancen als Technologie- und Dienstleistungsanbieter. Die Investitionssumme für technologische Lösungen zur Erhöhung der Energieeffizienz in der Industrie betrug allein in der Wirtschaftsregion Guangdong im Jahr 2000 €16 Mio., während sie 2006 bereits bis auf €77 Mio. stieg (Außenhandelskammer (AHK) 2009: 16).

Das Thema Energieeffizienz im Industriesektor gewinnt in **Brasilien** rapide an Bedeutung, da die hohen Energiekosten die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen mindern. Die Zahl der brasilianischen Unternehmen, die mit der Umweltmanagementnorm ISO 14001 zertifiziert sind, hat bereits die 4000 überschritten. Entsprechend groß werden die Investitionen dieser und zukünftig zertifizierter Betriebe in die Verbesserung der Energieeffizienz sein. Gefragt sind dabei insbesondere Beratungsdienstleistungen (AHK 2012d: 41).

Der industrielle Sektor nimmt in der **US-amerikanischen** Wirtschaft immer noch eine wichtige Rolle ein und muss daher im internationalen Vergleich konkurrenzfähig bleiben. Die Steigerung der Energieeffizienz wird entscheidend sein, damit die USA weiterhin neben den aufstrebenden Schwellenländern mit den meist geringeren Arbeitskosten bestehen können (Harris, Bostrom und Lung 2011). Während die Investitionssumme im Bereich Energieeffizienz für das Jahr 2004 auf €230 Mrd. geschätzt wird, erwartet man bis 2030 mehr als eine Verdoppelung des Marktvolumens und der Gesamtinvestitionen auf bis zu €540 Mrd. (AHK 2012a: 5). Da 40% der Maschinennachfrage mit ausländischen Erzeugnissen gedeckt wird, ist diese Entwicklung für deutsche Unternehmen von großer Bedeutung (GTAI 2012g).

Abbildung 9: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs Energieeffizienz in der Industrie



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

Fazit

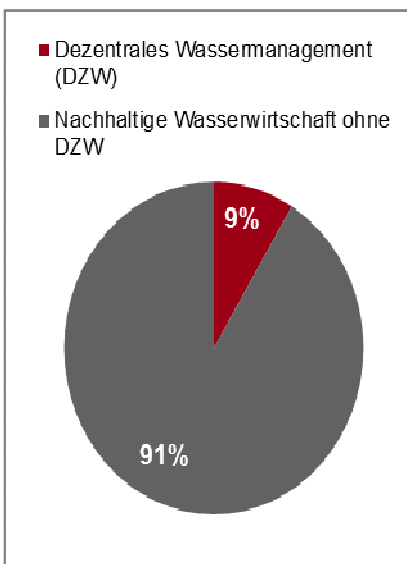
Absatzchancen für Produkte im Bereich Energieeffizienz in der Industrie bestehen **insgesamt** für deutsche Unternehmen vor allem in den industrialisierten Märkten Europas und den USA. Auch China und Brasilien sind zunehmend darum bemüht, ihre Industriesektoren energieeffizienter zu gestalten, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Hier bieten sich für deutsche Unternehmen vor allem im Dienstleistungsbereich gute Chancen.

2.1.5 Dezentrales Wassermanagement

Technologie

Durch dezentrales Wassermanagement (DZW) wird die notwendige Infrastruktur der Wasserwirtschaft verringert. Außerdem werden mittels einer effizienteren Nutzung der qualitativ unterschiedlichen Wasserarten Kosten eingespart. Dabei wird vor allem auf die Aufbereitung und Nutzung von Regen-, Grau- und Brauchwasser gesetzt (UBA 2007b: 5ff). Für die Umsetzung eines dezentralen Wassermanagements benötigt man insbesondere Behältnisse, Rohre, Pumpen, Filter sowie Steuerungstechniken (Hardware, Software) (UBA 2007a: 176). Die einzelnen Komponenten des dezentralen Wassermanagements befinden sich in unterschiedlichen Etappen des Produktlebenszyklus. Manche stehen noch am Anfang der Markteinführung (z. B. Grauwasserrecycling), andere sind bereits in der Diffusionsphase (z. B. Kleinkläranlagen) (UBA 2007a: 177).

Abbildung 10: Marktvolumen des dezentralen Wassermanagements in Relation zum Leitmarkt nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland 2011 (Zahlen für das DZW geschätzt basierend auf UBA 2007: 180, 185)



Quelle: BMU 2012b: 125; UBA 2007: 180, 185

- Der weltweite Markt für DZW soll bis 2020 rasant um jährlich 12% wachsen.
- Deutsche Unternehmen hatten 2005 einen Anteil von 40% am Weltmarkt.
- Japan ist einer der größten Konkurrenten Deutschlands.
- Dynamische Marktentwicklungen werden in (semi-) ariden Gebieten und großen Städten mit unzureichender Wasserinfrastruktur erwartet.
- Hersteller aus Niedriglohnländern könnten bei Low-Tech-Komponenten zu einer Konkurrenz werden.

Weltweite Entwicklung

Für den Leitmarkt nachhaltige Wasserwirtschaft wird von einem jährlichen Wachstum von 5,2% weltweit ausgegangen. Damit würde der **Weltmarkt** von €455 Mrd. im Jahr 2011 auf €897 Mrd. im Jahr 2025 steigen (BMU 2012b: 125). Für das Marktsegment DZW wird basierend auf einem Marktvolumen von €6,7 Mrd. im Jahr 2005 von einer Steigerung um mehr als das Fünffache bis 2020 (€35 Mrd.) ausgegangen (UBA 2007a: 180). Gemäß der Prognose wächst der hier betrachtete Submarkt schneller als sein Leitmarkt. Besonders dynamisch soll sich die Membranfiltrertechnik mit erwarteten jährlichen Wachstumsraten von 20% entwickeln (BMU 2012b: 127). Das größte Marktsegment sind die Kleinkläranlagen: Im Jahr 2005 bezogen sich 75% des Umsatzes im dezentralen Wassermanagement auf diesen Bereich (UBA 2007a: 179).

Deutschland

Deutschland ist auf dem internationalen Markt des dezentralen Wassermanagements sehr gut etabliert: Deutsche Unternehmen beherrschten 2005 40% des Weltmarktes (UBA 2007a: 185). Die Anbieterseite besteht aus einer Vielzahl an kleinen und mittelständigen Unternehmen (KMU),⁴ welche auf einem hohen technologischen Niveau exportorientiert produzieren (UBA 2007b: 1). Insgesamt wird von einer weiterhin starken, jedoch sich abschwächenden Stellung deutscher Unternehmen ausgegangen. Die Entwicklung hängt vor allem davon ab, wann und in welchem Maße große Firmen im Bereich Wasserversorgung (Veolia, Suez, KSB (Pumpen), Zenon (Membrantechnik) beginnen, sich für das dezentrale Wassermanagement zu interessieren (UBA 2007a: 183).

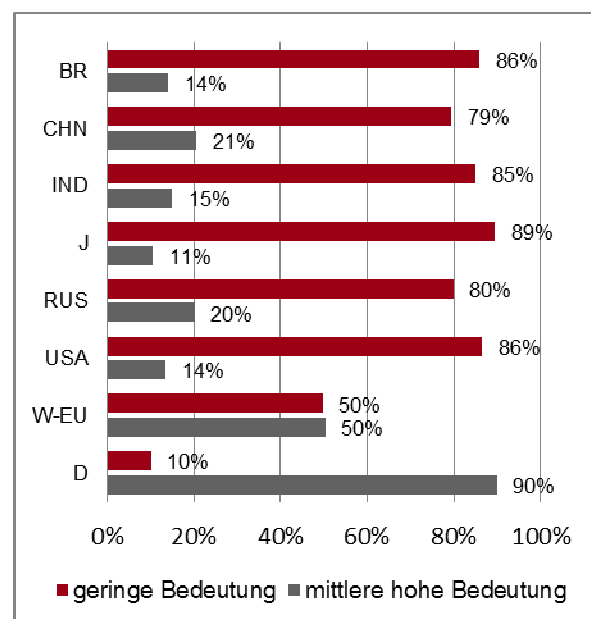
Starke **Konkurrenz** auf dem Weltmarkt besteht momentan durch amerikanische und japanische Firmen (UBA 2007a: 184). Sowohl bei den absoluten Patentanmeldungen als auch bei der Patentspezialisierung liegt Japan vor Deutschland (UBA 2007b: 14, 16). Weitere Konkurrenten für deutsche Hersteller sind **israelische** und **arabische** Unternehmen im Teilbereich Wiederverwendung von Abwasser (UBA 2007a: 184). Bei der Entwicklung der Märkte sind Unterschiede zwischen den einzelnen Komponenten zu beachten. Größere dezentrale Systeme erfordern ein hohes technisches Niveau, schon aufgrund der nötigen Steuerungstechnik. Bei Teilbereichen wie der Regenwassernutzung handelt es sich jedoch um weniger aufwendige Technologien. Hier wird eine wachsende Konkurrenz aus Niedrigkostenländern (bspw. China) erwartet (UBA 2007b: 19).

Aussichtsreiche Exportmärkte

Der wichtigste Markt für deutsche Produkte ist **Europa**: 77% des Absatzes gingen 2005 in europäische Länder (Sartorius 2008: 23), wobei der heimische Markt noch eine größere Bedeutung inne hat als der ausländische (UBA 2007a: 183). Kurzfristig wird sich diese Situation kaum ändern (UBA 2007a: 180, 185). Langfristig wird davon ausgegangen, dass die Nachfrage in trockenen Gebieten mit steigender Wasserknappheit, wie **Südeuropa, Naher Osten, Teile der USA** (z. B. **Kalifornien**) und **Australien** zunimmt (UBA 2007b: 19). Außerdem wird erwartet, dass DZW vermehrt in Ländern zum Zuge kommen wird, in denen die zentrale Wasserver- und entsorgung nicht verlässlich funktioniert. Es wird daher mit einem steigenden Bedarf in Entwicklungs- und Schwellenländern gerechnet. Auch für Ballungszentren und *Megacities* können dezentrale Systeme eine Lösung darstellen.

Die **russische** Regierung plant bis 2020 eine groß angelegte Wasserstrategie im Umfang von €17 Mrd. umzusetzen. Ein Teilbereich dieser Strategie soll die vermehrte Nutzung von Kreislaufverfahren sein (GTAI 2010c). Ob und wie diese Strategie umgesetzt wird und in

Abbildung 11: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs DZW



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

⁴ Anteil der KMUs am Leitmarkt nachhaltige Wasserwirtschaft: 96% (BMU Green Tech 3.0 2012: 182)

welchem Maße dezentrale Systeme zum Einsatz kommen, ist nicht abzusehen. Ähnlich stellt sich die Lage in **Indien und China** dar. Beide Länder wollen die Wasserinfrastruktur verbessern. China investierte allein im Jahr 2011 knapp €40 Mrd. in ländliche Bewässerung (GTAI 2012m). Bisher ist das deutsche Engagement im Bereich DZW dort noch gering: Im Jahr 2005 machte der Warenausgang relevanter Technologien nach Süd- und Ostasien etwa 12 % des gesamten Volumens aus (Sartorius 2008: 23). In welchem Ausmaß dezentrale Systeme in der Zukunft nachgefragt werden, ist jedoch unklar.

Fazit

Dezentrales Wassermanagement spielt noch keine zentrale Rolle bei der nachhaltigen Wasserwirtschaft. Dürreperioden und Wasser- sowie Ressourcenknappheit können dies aber in Zukunft ändern. Dem globalen Markt wird ein deutliches Wachstum von 12% jährlich bis 2020 vorhergesagt. Deutschland nimmt eine führende Position ein, Japan und die USA sind jedoch starke Konkurrenten. Die Entwicklung der Märkte hängt zu einem großen Teil von staatlichen Entscheidungen ab, da die Wasserver- und entsorgung sowie der Gewässerschutz zumeist hoheitliche Aufgaben sind. In welchem Maße dezentrale System eingesetzt, gefördert und rechtlich überhaupt zugelassen werden, hängt vom jeweiligen nationalen und lokalen Regelwerk ab.

2.1.6 Abwasserentsorgung

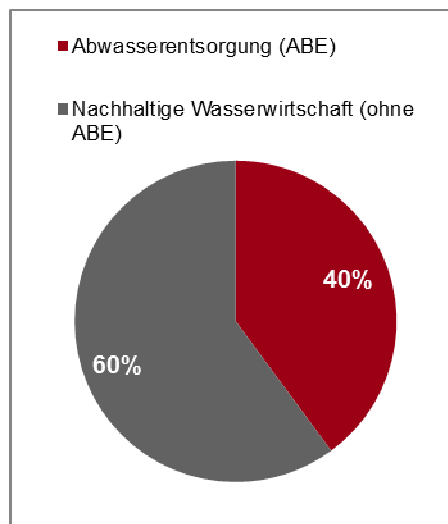
Technologie

Zur Abwasserentsorgung werden abgesehen von den zentralen Bestandteilen, wie Kläranlagen und Rohrsysteme, im Weiteren auch energieeffiziente Kläranlagen, die Nutzung von Abwasser, die Rückgewinnung von Stoffen (einschließlich der Verwendung von Klärschlamm als Energieträger) sowie Kleinkläranlagen gezählt (BMU 2012b: 132).

Weltweite Entwicklung

Im Jahr 2007 hatte der **Weltmarkt** ein Volumen von €153 Mrd. (BMU 2011b: 159). Bei einem prognostizierten jährlichen Wachstum von 7% wird ein Umsatz von €215 Mrd. im Jahr 2012 erreicht sein. Der weltweite Bedarf an Abwassersystemen ist hoch. In vielen europäischen Ländern ist noch keine ausreichende Abwasserbehandlung etabliert (BMU 2011b: 157). In Entwicklungsländern werden bis zu 90% der Abwässer nicht behandelt, was zu Krankheiten und Umweltschäden führt (UNEP 2010: 9).

Abbildung 12: Marktvolumen der Abwasserentsorgung in Relation zum Leitmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland 2011



Quelle: BMU 2012: 135, 125

- Die Abwasserentsorgung macht den größten Teilbereich der Nachhaltigen Wasserwirtschaft in Deutschland aus.
- Mit einem prognostizierten Wachstum von 4,5% p.a. bis 2025 wächst der Markt weniger als sein Leitmarkt.
- Weltweit besteht ein großer Bedarf an Lösungen in der Abwasserentsorgung.
- Deutschland und Europa sind mit Abstand die wichtigsten Märkte für deutsche Unternehmen.

Deutschland

Deutsche Hersteller gehören im Bereich Abwasserentsorgung zu den Technologieführern (Kluge, Hansjürgens, Hiessl et al. 2010: 110ff). Am Weltmarkt hatten deutsche Unternehmen im Jahr 2009 einen Anteil von 12% (BMU 2009a:159). Das Marktvolumen der Wasserentsorgung in Deutschland betrug 2011 mehr

als €18 Mrd. und machte damit den größten Teil des Leitmarktes Nachhaltige Wasserwirtschaft aus (BMU 2012b: 135). Ähnlich wie beim dezentralen Wassermanagement sind zum größten Teil KMUs in Deutschland im Bereich Abwasserentsorgung tätig (Sartorius 2008: 26). Konkurrenten auf diesem Gebiet kommen vor allem aus den USA, Italien, Frankreich und Japan (Sartorius 2008: 19).

Aussichtsreiche Exportmärkte

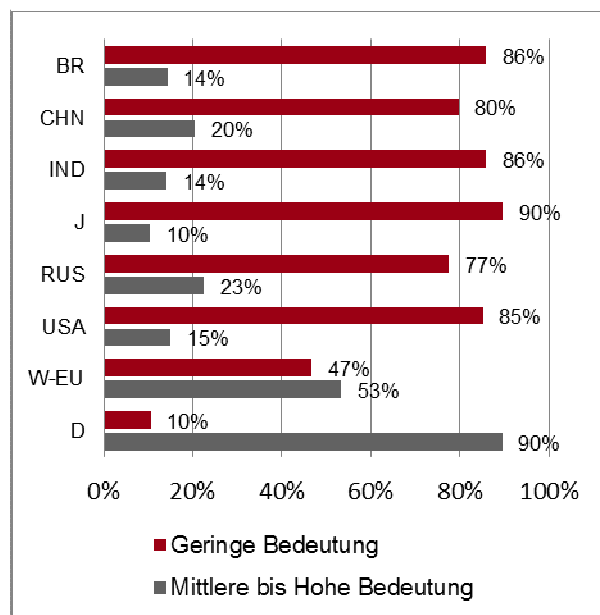
Die Lage der Zielländer der Exporte stellt sich sehr ähnlich dar wie im Bereich DZW: Der deutlich größte Anteil der deutschen Ausfuhren im Bereich Abwasserentsorgung (über 75%) geht in **europäische Länder** (Kluge, Hansjürgens, Hiessl et al. 2010: 45). Der **französische** Abwassermarkt hatte 2009 ein Volumen von €16 Mrd., wobei davon €5 Mrd. auf Importe entfielen. Für deutsche Unternehmen ergeben sich Absatzmöglichkeiten in den Bereichen Filter, Membrane, *Remote Monitoring* Technologien, Klärschlammbehandlung und dezentrale Abwassertanks (GTAI 2010a).

Deutsche Unternehmen gelten als die wichtigsten ausländischen Lieferanten im Bereich Wasserversorgung und Abwasserreinigung in **Russland** (GTAI 2011e). Insgesamt sind in Russland große Investitionssummen geplant (GTAI 2010c). Der Bedarf ist angesichts maroder Systeme äußerst groß: Nur 10% des Abwassers werden den Normen entsprechend aufbereitet (GTAI 2010b). Die Umsetzung vollzieht sich jedoch bisher schleppend, es ist von einem Modernisierungstau die Rede (GTAI 2011l).

Die **indische** Abwasserentsorgung und -aufbereitung ist in hohem Maße defizitär. Industrielle Abwässer werden beispielsweise nicht ausreichend gesammelt und geklärt. Eine dramatische Folge dieser Missstände ist die Kontaminierung von ca. 75% der Oberflächengewässer (Kluge, Hansjürgens, Hiessl et al. 2010: 167f). Wie in anderen Bereichen der öffentlichen Verwaltung wird auf dezentrale Strukturen und die Übernahme operativer Tätigkeiten durch private Unternehmen gesetzt (Kluge, Hansjürgens, Hiessl et al. 2010: 172). Große Investitionsprogramme der Regierung, die seit 2005 rund €6,6 Mrd. in die städtische Wasserver- und entsorgung fließen ließen, bieten deutschen Herstellern Absatzchancen (GTAI 2012g). Außerdem sollen zunehmend Unternehmen die Verantwortung für die Behandlung ihrer Abwässer tragen. Es wird daher erwartet, dass die Nachfrage nach (Klein-)Kläranlagen steigt (GTAI 2012g).

Der Schwerpunkt der **chinesischen** Investitionstätigkeit im Wasserbereich liegt auf der Abwasserentsorgung (Kluge, Hansjürgens, Hiessl et al. 2010: 233). Während im Zuge der ver-

Abbildung 13: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs Abwasserentsorgung



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

gangenen 5-Jahrespläne schon viel investiert wurde⁵ und bereits mehr als 3.000 Kläranlagen existieren, soll dies noch ausgeweitet werden (China Green Tech 2012: 152). Experten gehen allein für die Behandlung von industriellem Abwasser von einem Volumen von €20 Mrd. bis 2015 aus (GTAI 2012m). Insgesamt wird im Abwasserbereich ein Investitionsbedarf von €68 Mrd. bis 2015 prognostiziert (GTAI 2012m). Angesichts dieser großen Summen birgt der chinesische Markt große Potentiale in sich. Gleichzeitig sehen sich ausländische Unternehmen immer noch Unsicherheiten in Bezug auf Markteintritt und Finanzierungsmöglichkeiten gegenüber (China Green Tech 2012: 150).

Fazit

Insgesamt ist Deutschland im Bereich Abwasser gut aufgestellt. Da es sich bei der Abwasserentsorgung um eine hoheitliche Aufgabe handelt, sind Kenntnisse der nationalen und lokalen Rahmenbedingungen sowie Strukturen und Netzwerke wichtig. Markteintrittshemmnisse sind daher teilweise als hoch einzuschätzen. Exportchancen sind zahlreich vorhanden, jedoch auch abhängig von den Finanzierungslagen der dezentralen Gebietskörperschaften, die den Großteil der Kunden ausmachen. Internationale Konkurrenz kommt im technologischen Bereich vor allem aus den USA, Italien und Japan. Die großen französischen Firmen sind vor allem bei der Durchführung und dem Management von groß angelegten Wasser- und Abwasserprojekten führend. In dieser Sparte sind die mittelständisch geprägten deutschen Firmen weniger präsent (Kluge, Hansjürgens, Hiesl et al. 2010: 49f, 52f).

2.1.7 Alternative Antriebstechnologien

Technologie

Zu den alternativen Antriebstechnologien für Fahrzeuge werden generell Hybrid-, Elektro- und Brennstoffzellenantriebe gezählt (BMU 2012b: 104). Während Hybridautos schon in Serienproduktion hergestellt werden, sind Elektroautos in deutlich geringerem Umfang auf den Straßen unterwegs. Autos mit Brennstoffzellenantrieb befinden sich noch in einer sehr frühen Phase der Markteinführung (BMU 2012b: 104ff).

Weltweite Entwicklung

Weltweit wurden bis 2012 rund 4,5 Mio. Hybridfahrzeuge verkauft, davon rund 2,2 Mio. in den USA, 1,5 Mio. in Japan und 450.000 in Europa.⁶ Der mit Abstand größte Anteil davon wurde in Japan produziert: Bis Anfang 2011 waren es insgesamt knapp über 3 Mio. Fahrzeuge.⁷ Im Jahr 2007 hatten die japanischen Firmen Toyota und Honda einen Marktanteil von 90% inne (UBA 2007a: 52). Deutsche Unternehmen wie Mercedes-Benz und BMW engagieren sich vermehrt, kommen aber sogar auf dem europäischen Markt verglichen mit Toyota kaum zum Zuge (Campestrini und

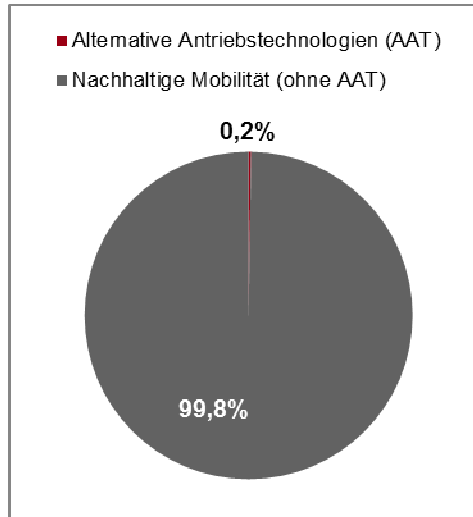
- Japan ist Weltmarktführer im Bereich alternative Antriebs-technologien.
- Weltweit fahren bereits rund 4,5 Mio. Hybridfahrzeuge, jedoch sehr wenige Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge.
- China hat ambitionierte Pläne, eine wichtige Stellung bei den alternativen Antriebstechnologien einzunehmen.
- Deutschland hat auf Grund des großen technologischen Know-hows gute Chancen, steht bei der Entwicklung und den Absatzzahlen jedoch deutlich hinter Japan.

⁵ Im 10. 5-Jahresplan (2001-2005) waren es €16 Mrd. (Kluge et al.: 233); im 11. 5-Jahresplan (2006-2010) €13 Mrd. (GTAI 2012m).

⁶ <http://www.statisticbrain.com/hybrid-electric-vehicle-statistics/> (eingesehen 26.11.2012)

⁷ <http://www.reuters.com/article/2011/03/10/idUS409910782820110310> (eingesehen 26.11.2012)

Abbildung 14: Marktvolumen der alternativen Antriebstechnologien in Relation zum Leitmarkt Nachhaltige Mobilität in Deutschland 2011



Quelle: BMU 2012: 99; 104

einem Marktvolumen von € 9.9 Mrd. führen soll (BMU 2012b: 105). Die aktuelle Lage sieht weniger positiv aus. Deutschland ist im Bereich alternative Antriebstechnologien deutlich hinter Japan und den USA positioniert (NPE 2012: 55). Die deutschen Autobauer haben sich von der internationalen Konkurrenz überholen lassen und tun sich beim Aufholen schwer, trotz eigentlich sehr guter Ausgangspositionen (NPE 2010: 7). Gemäß einer Studie der Unternehmensberatung McKinsey lag Deutschland im Januar 2012 beim Indikator *electric vehicle readiness* hinter Japan, den USA und Frankreich (McKinsey 2012: 7). Der Indikator setzt sich aus der Marktreife (*maturity*) sowohl der Nachfrage als auch des Angebots des jeweiligen Landes zusammen.

Aussichtsreiche Exportmärkte

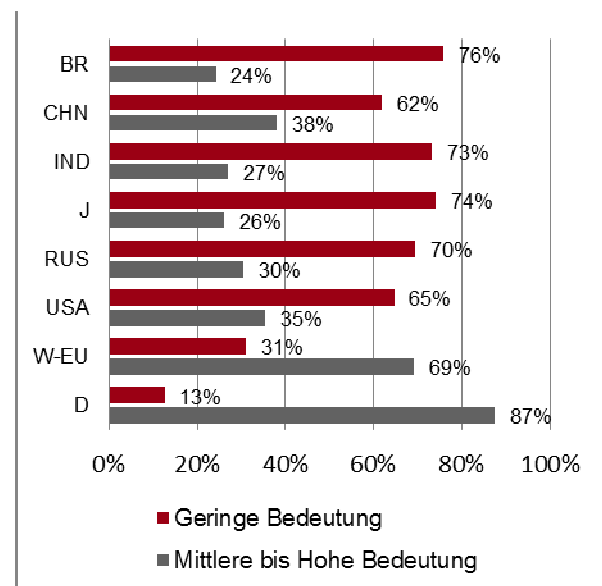
China hat große Ziele im Bereich alternative Antriebstechnologien. Während bei den konventionellen Technologien der Vorsprung anderer Länder kaum aufzuholen ist, macht sich die chinesische Regierung gute Chan-

Mock 2011: 39). In Europa und Deutschland beträgt der Anteil an Neuanmeldungen von Elektro- und Brennstoffzellenautos 0,01% (ebenda). Weltweit sind trotz ambitionierter Ziele noch wenige Elektroautos auf den Straßen: Schätzungen zufolge wurden bis 2012 rund 1 Mio. verkauft. Bis 2020 sollen jedoch insgesamt 20 Mio. Elektroautos zugelassen worden sein⁸ (IEA 2010: 24). Hauptsächlich werden sie von öffentlichen Stellen nachgefragt. Autos mit Brennstoffzellenantrieb sind für Privatpersonen noch nicht käuflich zu erwerben. Sie werden in sehr geringer Auflage an Einzelpersonen durch Leasingverträge angeboten⁹ und in Demonstrationsprojekten im öffentlichen Nahverkehr getestet.¹⁰

Deutschland

Das Marktvolumen für alternative Antriebstechnologien ist in Deutschland mit €112 Mio. noch sehr gering. Bis 2025 wird jedoch von einem dramatischen Wachstum von jährlich 38% ausgegangen, was zu

Abbildung 15: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs alternative Antriebstechnologien



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

⁸ http://www.cleanenergyministerial.org/our_work/electric_vehicles/index.html (eingesehen 27.11.2012)

⁹ http://www.fueleconomy.gov/feg/fcv_sbs.shtml (eingesehen 26.11.2012)

¹⁰ http://www.nrel.gov/hydrogen/proj_fc_bus_eval.html (siehe: [Worldwide Hydrogen and Fuel Cell Bus Projects](#)) (eingesehen 27.11.2012)

cen aus, eine globale Führungsrolle bei den *clean energy vehicles* einzunehmen. Im 12. Fünfjahresplan (2011 - 2016) werden diese als eine von 7 strategisch prioritären Industrien genannt (Casey und Koleski 2011: 8; KPMG 2011: 2). Bis 2020 sollen insgesamt €12 Mrd. (100 Mrd. Yuan) an Fördermitteln bereitgestellt werden und bis 2015 sollen 500.000 Elektroautos auf chinesischen Straßen fahren (GTAI 2012l). Bisher ereilt China jedoch das gleiche Schicksal wie andere Länder: Trotz hoher Subventionen beim Kauf, sind die Fahrzeuge weiterhin deutlich teurer als konventionelle (World Bank 2011: 29f). Um eine reibungslose Nutzung der Fahrzeuge zu ermöglichen, muss die notwendige Infrastruktur, insbesondere Ladestellen für Elektroautos und Normierung für Batterien, noch weiter ausgearbeitet werden (GTAI 2012l). Deutsche Hersteller sind verschiedene Kooperationen mit chinesischen Unternehmen eingegangen, um auf dem Markt Fuß zu fassen. Japanische Firmen sehen hiervon eher ab, aus Furcht vor ungewolltem Know-how-Transfer (GTAI 2012l).

In den **USA** sind Ford und General Motors die technologischen Vorreiter mit jeweils fünf Hybridmodellen, einem Elektromodell (Ford) und einem Plug-In-Hybrid (GM) (DOE (Department of Energy) 2012: 34f). Von Anfang an beherrschte Toyota jedoch den US-amerikanischen Markt an Hybridautos mit einem Marktanteil von mehr als 50% (DOE 2012: 86). Der Gesamtmarkt ist bis 2007 auf einen Höchststand von über 350.000 verkauften Fahrzeugen gestiegen. Seit 2007 sinken die Zahlen jedoch kontinuierlich auf zuletzt rund 268.000 im Jahr 2011.¹¹ Gemessen am gesamten Absatz bei Personenwagen macht dies rund 4,7% aus.¹² Tendenziell wird jedoch von einem Wachstum des Hybridmarktes ausgegangen. Laut DB Research sollen 2015 bis zu 8% der Neukäufe von Personenwagen Hybridantrieb besitzen (DB Research 2012: 7). Der Verkauf von reinen Elektroautos ist weitaus niedriger: Insgesamt wurden seit 1998 nur 62.000 verkauft. Im Jahr 2010 waren es nur 2.229, während die Absatzzahlen 2002 noch bei 15.000 lagen.¹³

Fazit

Weltweit werden äußerst ambitionierte Ziele hinsichtlich der Zunahme von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben auf den Straßen formuliert. Die momentane Situation in den einzelnen Ländern lässt nicht darauf schließen, dass die geplanten Ziele erreicht werden. Einerseits sind die Kosten der Autos noch zu hoch verglichen mit konventionell angetriebenen. Andererseits ist der Ölpreis noch nicht auf einem Niveau angekommen, dass sich der hohe Kaufpreis schnell amortisieren würde. Es fehlt zudem vielerorts an den nötigen Ladestationen, um eine uneingeschränkte Nutzung zu ermöglichen. Deutsche Automobilhersteller versuchen den Vorsprung von Japan und den USA einzuholen. Sie tun sich aber schwer dabei – sogar auf dem europäischen Markt verkaufen sie nicht annähernd so viele Hybridfahrzeuge wie Toyota. Wichtig für die Entwicklung der deutschen Position werden die Entwicklungen und Erfahrungen auf dem chinesischen Markt sein.

¹¹ http://www.afdc.energy.gov/data/tab/all/data_set/10301 (eingesehen 27.11.2012)

¹² http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_12.html (eingesehen 27.11.2012)

¹³ http://www.afdc.energy.gov/data/tab/all/data_set/10299 (eingesehen 26.11.2012)

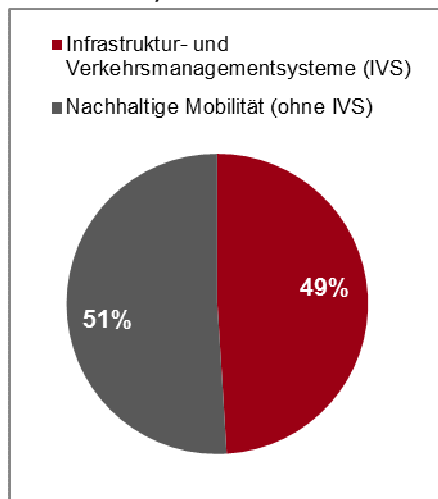
2.1.8 Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme

Technologie

Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme berücksichtigen eine schonende Bauweise beim Ausbau und der Erneuerung von Verkehrswegen. Dabei fördern sie die Nutzung von umweltfreundlicheren Verkehrsträgern wie Bahn oder Schifffahrt. Durch telematikgestützte Verkehrsleit- und Gebührensensysteme können zudem Verkehrsmengen in Ballungsräumen besser gesteuert und Verkehrsmittel effizienter ausgelastet werden (BMU 2011b: 229). Zu den innovativen umweltfreundlichen Verkehrssystemen zählen auch Lärmschutzsysteme, die die Verkehrsemission Lärm auf den Verkehrswegen reduzieren (BMU 2012b: 9).

- Deutschland besitzt bereits hohe Weltmarktanteile in Telematik- und Schienenfahrzeugtechnologien.
- Größter Abnehmer deutscher Technologien ist der heimische Markt.
- Die wichtigsten Exportmärkte liegen in Europa.
- Auf den asiatischen Märkten bestehen für deutsche Technik und deutsches Know-how gute Chancen.

Abbildung 16: Marktvolumen der Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme in Relation zum Leitmarkt Nachhaltige Mobilität in Deutschland, 2011



Quelle: BMU 2012b: 99, 108

Weltweite Entwicklung

Der Schienenfahrzeugbau und der Infrastrukturbau/-umbau wird Prognosen zufolge bis 2020 weltweit um 3% zunehmen und damit ein Volumen von €81 Mrd. erreichen. Der Verkehrstelematik wird im gleichen Zeitraum ein globales Wachstum von 6% vorhergesagt. Dies entspricht einer Verdoppelung des Marktvolumens von 2007 auf €61 Mrd. (BMU 2009a: 182).

Deutschland

Marktprognosen gehen davon aus, dass der Umsatz für Verkehrssteuerung und Verkehrsinfrastruktur in Deutschland bis 2025 um durchschnittlich 4% pro Jahr auf rund €40 Mrd. steigen wird (BMU 2012b: 108). Deutschland ist auf dem Weltmarkt im Bereich umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme gut positioniert. So kommen gut 20% der weltweiten Technologie für Telematik von deutschen Firmen, im Bereich Schienenfahrzeugbau und -infrastruktur sind es 16% (BMU 2009a: 183). Deutschland stellt dabei den bedeutendsten

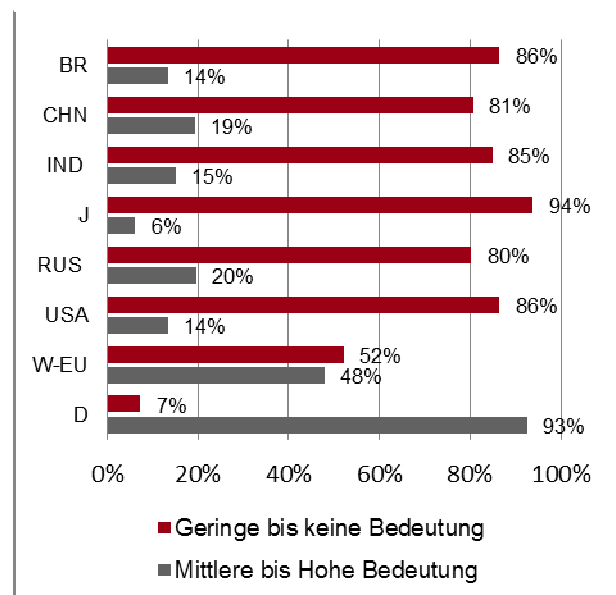
Markt für einheimische Unternehmen dar. Zum Beispiel für die Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsträger: Einer Studie des UBA zur Folge müssen bis 2025 insgesamt 725 Streckenkilometer neu oder ausgebaut werden (BMU 2012b: 109).

Aussichtsreiche Exportmärkte

Frankreich hat umfassende Pläne zur Ausweitung und Modernisierung seines Schienenverkehrs. Bis 2020 soll das Hochgeschwindigkeitsnetz um 2.000 km verlängert werden, was mehr als eine Verdopplung des bestehenden Netzes bedeuten würde. Für den Ausbau und die Modernisierung des Schienengüterverkehrs sollen bis 2020 jährlich €16 Mio. zur Verfügung gestellt werden. Kombinierte Transportwege sollen zu Kosten- und Zeitersparnissen führen und die Transportwege konkurrenzfähig machen. Es wird nach technischen Lösungen gesucht, die eine Tür-zu-Tür-Logistik ermöglichen und keinen Wechsel der Transporteinheit erfordern. Trotz starker nationaler Unternehmen ist deutsche Technik sehr beliebt (GTAI 2012d). Vor allem beim Lärmschutz, der beim Ausbau des Schienennetzes von großer Bedeutung ist, gilt Deutschland als Vorbild.

Auch **Russland** verfolgt ehrgeizige Ziele, um bis zu den Olympischen Winterspielen 2014 und der Fußballweltmeisterschaft 2018 ein modernes Fracht- und Passagiertransportwesen zu präsentieren. Bis 2014 sollen 1000 km neue Bahnlinien gebaut werden. Im Frühjahr 2012 legte das Verkehrsministerium zudem ein Programm zur Entwicklung einer Hochgeschwindigkeitsverbindung für die Strecke Moskau - Sankt Petersburg vor. Weitere Strecken sind geplant. Bis 2030 sollen rund €157 Mrd. in den Ausbau der Eisenbahninfrastruktur fließen (GTAI 2012h). Dabei wird ausländisches Know-how eine entscheidende Rolle spielen. Deutsche Bahnzulieferer haben durchaus gute Chancen am Markt (GTAI 2012h). Um die massiven Verkehrsprobleme in der Millionen-Metropole Moskau in den Griff zu bekommen, investiert die Stadt erheblich in Transportinfrastruktur und moderne Verkehrsleitsysteme. Vorgesehen ist, den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) mit Navigations-Telematikgeräten auszustatten und an das automatisierte Verkehrsleitsystem anzuschließen. Hier ist Software aus Deutschland sehr gefragt (GTAI 2012f).

Abbildung 17: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

Um sich den Herausforderungen nachhaltiger Transportsysteme stellen zu können, benötigt

China technologische Neuerungen. Hier können deutsche Unternehmen mit ihrer Expertise punkten. Um das marode Schienennetz zu modernisieren und die Verkehrsinfrastruktur zu entlasten, setzt China auf den Bau von Hochgeschwindigkeitsstrecken. Diese sollen in den nächsten zehn Jahren die wichtigsten Städte miteinander verbinden (China Green Tech 2011: 141f). Deutschland ist mit einem Anteil von 38% Chinas wichtigster Lieferant im Bereich Schientechnik (GTAI 2012k).

In den letzten Jahren konnten in der **indischen** Logistikindustrie Branchenzuwächse von 15 - 20% verzeichnet werden. Dieser Trend wird sich voraussichtlich fortsetzen. Entscheidend dafür ist aber der Aufbau von effizienten Logistikkonzepten für den Gütertransport, um dauerhaft konkurrenzfähig zu bleiben (GTAI 2010e: 69). Hier können deutsche Unternehmen profitieren, da die Unternehmen in Indien immer mehr dazu tendieren, ihre Logistikaufgaben an Dritte auszulagern (GTAI 2012j: 4).

Fazit

Zusammenfassend zeigt sich, dass im Bereich umweltfreundliche Verkehrsmanagement- und Infrastruktursysteme für deutsche Unternehmen sowohl der heimische als auch der europäische Markt von großer Bedeutung sind. Die sich schnell entwickelnden Städte und Handelszentren in den untersuchten asiatischen Ländern haben mit massiven Verkehrsproblemen zu kämpfen. Darüber hinaus gewinnen Hochgeschwindigkeitsverbindungen an Bedeutung. Hier bestehen gute Chancen für deutsches Know-how und entsprechende Technologien.

2.1.9 Stoffliche Abfallverwertung

Technologie

In der Abfallverwertung wird zwischen **stofflicher und energetischer Abfallverwertung** unterschieden: Bei ersterer werden die gesammelten Stoffe als solche wieder verwendet, während bei der energetischen Abfallverwertung das Material zur Energieerzeugung genutzt wird. Die effiziente Wiederverwendung von Materialien und Stoffen spielt vor dem Hintergrund einer stetig steigenden Nachfrage, höherer Preise sowie anspruchsvoller und konsequenterer Umweltauflagen eine wichtige Rolle für jede Volkswirtschaft.

Weltweite Entwicklung

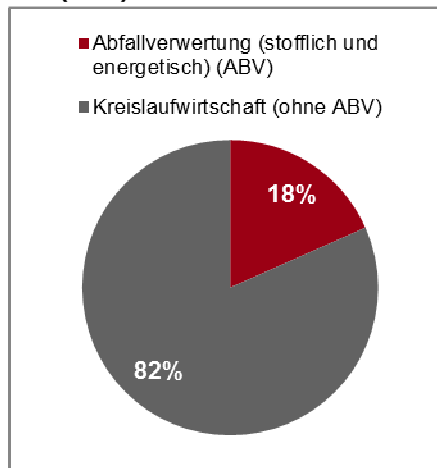
Jährlich fallen **weltweit** 12 Mrd. Tonnen Abfall an, bis 2020 soll diese Menge nochmal um die Hälfte auf insgesamt 18 Mrd. Tonnen steigen (BMU 2009a: 130). In den Industrienationen wird ein großer Teil davon recycelt, während es in den Schwellenländern noch ein enormes Steigerungspotential gibt (OECD 2011b; Eurostat 2010; Terazono und Moriguchi 2005: 486). Der Weltmarkt für Anlagen in der Abfall- und Recyclingwirtschaft hatte im Jahr 2007 ein Volumen von €35 Mrd. mit einem prognostizierten Wachstumspotential von über 50% bis 2020 (BMU 2009a: 140).

- Bis 2020 wird ein Wachstumspotential von 50% für Anlagen der Abfall- und Kreislaufwirtschaft prognostiziert.
- 2007 bauten deutsche Unternehmen 24% der weltweiten Anlagen für Abfall- und Recycling und 64% der automatischen Stofftrennungsanlagen.
- Strenge Umweltvorschriften haben einen direkten Einfluss auf die Marktentwicklung.
- Neuer Trend: Recycling von Elektronikgeräten zur Gewinnung von metallischen und mineralischen Rohstoffen.

Deutschland

In **Deutschland** ist der Markt der Abfall- und Kreislaufwirtschaft in den letzten Jahrzehnten stetig gewachsen. Ein Haupttreiber dieser Entwicklung ist das Abfallrecht, welches hier wichtige Impulse setzte. Der inländische Markt ist vom Volumen her zwar noch größer als der ausländische, das Exportvolumen weist jedoch ein dynamischeres Wachstum auf als der heimische Markt. Die Güterausfuhr wird daher am Gesamtmarkt einen steigenden Anteil einnehmen (BMU 2009a: 143). Deutsche Unternehmen sind sehr gut auf den Weltmärkten aufgestellt: Im Jahr 2007 hatten sie knapp ein Viertel der weltweiten Anlagen für Abfall- und Recyclingmanagement gebaut und 64% der Marktes der automatischen Stofftrennung inne (BMU 2011b: 153). Insgesamt verfügten deutsche Hersteller mit 17% weltweit über den größten Marktanteil an der Kreislaufwirtschaft (BMU 2011b: 154). Der Ausblick in Deutschland ist positiv: Das Marktsegment Abfallverwertung (energetische und stoffliche) soll von einem Marktvolumen von €2.934 Mio. (2011) auf €6.624 Mio. im Jahr 2025 steigen. Im Schnitt wird von einem jährlichen Wachstum von 6% ausgegangen (BMU 2012b: 118). Die **Anbieterseite** der Recyclingindustrie ist von vielen KMUs geprägt. Das deutsche Unternehmen Remondis liegt nach den französischen Global Playern Veolia Environnement und Sita-Suez an dritter Stelle der europäischen Firmen in der Kreislaufwirtschaft (GTAI 2011b). Remondis ist weltweit aufgestellt, mit besonderem Fokus auf Russland und Osteuropa (Bundesanzeiger 2010). Im Bereich des automatischen Stofftrennver-

Abbildung 18: Marktvolumen der Abfallverwertung in Relation zum Leitmarkt Kreislaufwirtschaft in Deutschland (2011)



Quelle: BMU 2012b: 113, 118

fahrens nimmt die deutsche Firma RTT den zweiten Platz nach Marktführer Titech aus Norwegen ein (UBA 2007a: 85).

Aussichtsreiche Exportmärkte

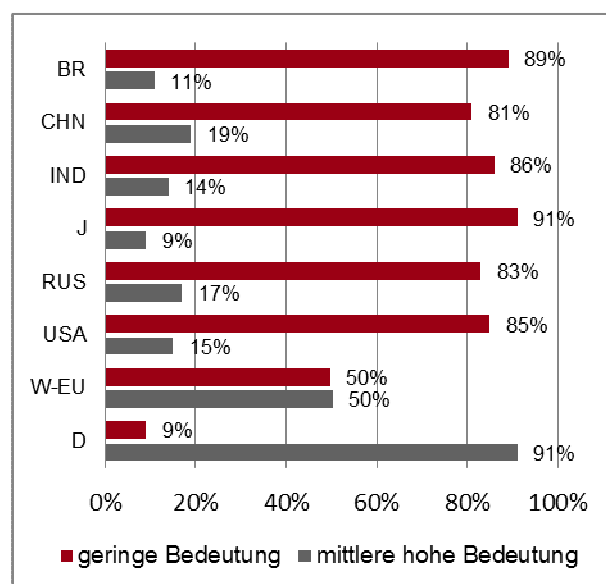
Die in **Frankreich** ansässige Recyclingindustrie hatte 2006 den größten Umsatz in Europa, gefolgt von Großbritannien und Deutschland (EU 2009: 26). Im Jahr 2010 erreichte das Land einen Umsatz von €11,4 Mrd. und konnte damit das Vorkrisenniveau sogar übertreffen (GTAI 2011b). Zur Modernisierung der Anlagen und Infrastruktur sollen bis 2015 jährlich ca. €1 Mrd. vom privaten und öffentlichen Sektor investiert werden (GTAI 2011b). Auf dem französischen Markt sind die großen nationalen Firmen Veolia und Sita-Suez stark vertreten.

Die **niederländische** Recycling- und Entsorgungswirtschaft ist sehr leistungsstark und exportorientiert (GTAI 2011c). Zwischen 2008 und 2010 erreichte die Branche eine Umsatzsteigerung von 20%, hauptsächlich auf Grund von steigenden Exporten. Hiervon profitierten deutsche Firmen, da es eine enge Verflechtung zwischen den beiden Ländern gibt und deutsche Produkte von niederländischen Unternehmen teilweise reexportiert werden. Insgesamt ist Deutschland der wichtigste Handelspartner der Niederlande überhaupt, so auch in der Abfallwirtschaft (AHK 2012c; GTAI 2011c).

In **Großbritannien** nimmt die Recyclingbranche mit €6,9 Mrd. den größten Teil der €15,2 Mrd. der gesamten Abfallindustrie ein (GTAI 2011a). Durch eine Veränderung der rechtlichen Lage (*Pre-treatment regulation*, 2007) werden bis 2020 rund 1.700 neue Abfallbehandlungs- und Recyclinganlagen benötigt. Die britische Regierung setzt hier vor allem auf *Private Finance Initiatives*, eine Art von Public-Private-Partnership (PPP). Für deutsche Unternehmen ergeben sich gute Geschäftsmöglichkeiten (GTAI 2011a).

In **Brasilien** und **Russland** gibt es große Potentiale für die Kreislaufwirtschaft. Besonders in Brasilien wird von einem regelrechten Boom für Recyclinganlagen gesprochen, mit einem Wachstumspotential von 50% in den nächsten Jahren, bei einem geschätzten jährlichen Marktvolumen von ca. \$630 Mio. (\$900 Mio.) (GTAI 2011f; GTAI 2010d). Russlands Abfallmanagement ist größtenteils veraltet und rudimentär. Remondis sieht hier ein großes Potential (GTAI 2011j). Die rechtlichen und strukturellen Rahmenbedingungen gelten jedoch als Markthemmnis (RETech 2009c).

Abbildung 19: Bedeutung der internationalen Absatzmärkte gemäß Aussagen deutscher Unternehmen des Bereichs stoffliche Abfallverwertung



Quelle: adelphi, basierend auf BMU 2012: Unternehmensdatenbank

Die Recyclingindustrien in **China** und **Indien** sind noch weitgehend unterentwickelt, 80 bis 90% des Mülls enden unbehandelt auf Deponien (Terazono und Moriguchi 2005: 486). Indiens überforderte Kommunen setzen hier vor allem auf private Investoren und PPPs, was große Chancen für die Privatwirtschaft birgt. Schätzungen zufolge konnten private Unternehmen bisher jedoch erst \$500 Mio. des auf jährlich \$8 Mrd. taxierten Volumens der Abfallwirtschaft für sich sichern (GTAI 2011k). Schon in Chinas 11. Fünfjahresplan war die Vermeidung, Wiederverwendung und das Recyceln von Abfall ein Thema. Der 12. Fünfjahresplan sieht weitreichende Maßnahmen und Investitionen im Bereich Abfallverwertung vor, stofflicher und energetischer Natur (Kooperation International 2010). Der Einstieg in sowohl

den indischen als auch den chinesischen Markt ist aufgrund teilweise schwer zu durchschauender Rechts-, Verwaltungs- und Wirtschaftsstrukturen nicht leicht und deutschen Unternehmen wird geraten, langfristig zu planen und Geduld und Stehvermögen zu beweisen. Hier können Kooperationen mit nationalen oder erfahrenen internationalen Firmen helfen (RETech 2009b; RETech 2009a).

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die größten Wachstumspotentiale in Westeuropa aufgrund der schon länger existierenden hohen Umweltauflagen und des relativ hohen Technologisierungsgrads ausgereizt sind. Der absolute Umsatz deutscher Unternehmen ist auf dem heimischen Markt noch größer als der Außenhandel, bei abnehmender Tendenz. Neue EU-Richtlinien sowie die Anpassungsprozesse der osteuropäischen Staaten an existierende EU-Umweltvorgaben können neue Dynamiken auf dem europäischen Markt auslösen. Sehr dynamische Wachstumsmärkte außerhalb Europas sind vor allem Indien, Russland und China. **Deutsche Firmen** sind auf dem Weltmarkt sehr gut etabliert und bestechen durch ihre spezialisierten, technologisch hochwertigen Produkte.

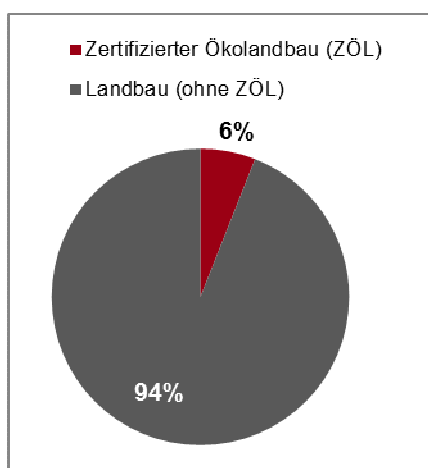
2.1.10 Ökolandbau

Im biologischen Landbau dürfen keine Pflanzenschutzmittel und mineralischen Stickstoffdünger eingesetzt werden. Der Ökolandbau setzt schonende Verfahren zur Bodenbearbeitung ein und hat einen signifikant geringeren Abtrag von Boden zur Folge (NRC 2010: 226). Das Ziel ist ein geschlossener Nährstoffkreislauf durch Koppelung von Ackerbau und Viehhaltung. Da die Erträge in der konventionellen Landwirtschaft durch Einsatz von Pestiziden und Düngern meist höher sind, bedarf der Ökolandbau in Relation gesehen mehr Land und/oder eines erhöhten Einsatzes an Arbeit (OECD 2003: 9).

- Verdreifachung des weltweiten Umsatzes seit 2000.
- Der US-amerikanische Bio-Markt ist der weltweit größte mit Wachstumsraten von 8% in 2010.
- Ein großes Potenzial für deutsche Landwirte besteht in Deutschland selbst, da die Binnennachfrage bisher nur mit Importen befriedigt werden konnte.

Weltweite Entwicklung

Abbildung 20: Anteil der zertifizierten ökologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten Anbaufläche in Deutschland, 2011



Quelle: IFOAM 2012

Ökologische Lebensmittel erzielten im Jahr 2010 einen Umsatz von €44,6 Mrd. Das entspricht einer Verdreifachung seit 2000. Obwohl sich das Wachstum seit der Finanzkrise 2008 verlangsamt hat, sehen die Tendenzen positiv aus. Die Nachfrage kommt vor allem aus Nordamerika und Europa, wo 96% des globalen Umsatzes erwirtschaftet werden. Die größten Märkte waren in 2010 die USA, Deutschland und Frankreich. Die Märkte in Lateinamerika und Afrika sind vor allem exportorientiert, der inländische Konsum ist dort sehr gering (IFOAM 2012: 27, 29).

Von der weltweit genutzten Agrarfläche werden nur 0,9% organisch bewirtschaftet, dies entspricht 37 Mio. Hektar Land. Dabei sank diese Fläche in den letzten drei Jahren um 0,1% (IFOAM 2012: 26). Zurückzuführen ist dies auf einen Rückgang an organisch bewirtschafteter Fläche in China und Indien. In Europa nahm die organisch bewirtschaftete Landfläche im selben Zeitraum hingegen um 9% zu. 2010 gab es weltweit rund 1,6 Mio. ökologisch wirtschaftende Produzenten. Dreiviertel von ihnen be-

finden sich in Afrika, gefolgt von Asien (29%) und Europa (18%). Indien verzeichnet dabei mit 400.000 (Klein-) Bauern die meisten Produzenten (IFOAM 2012: 25).

Deutschland

Der Anteil der organischen Agrarfläche im Verhältnis zur gesamten Agrarfläche lag in **Deutschland** in 2011 bei 6,1% und blieb in den letzten 10 Jahren so gut wie konstant (BMELV 2012:11). Dabei ist Deutschland EU-weit der größte Abnehmer von Bio-Produkten und steht weltweit hinter den USA an zweiter Stelle. Der Absatz an Lebensmitteln aus ökologischem Anbau am gesamten Umsatz mit Lebensmitteln in Deutschland erhöhte sich von €1,48 Mrd. in 1997 auf geschätzte €6,6 Mrd. im Jahr 2011. Dies stellt 3,7% des Lebensmittelmarktes dar (BMELV 2012: 16). Die Deutschen geben pro Kopf und pro Jahr durchschnittlich €74 für ökologisch produzierte Nahrungsmittel aus. Zwar ist Deutschland auch einer der größten europäischen Produzenten von Bio-Lebensmitteln, doch wurden im Wirtschaftsjahr 2009/2010 erhebliche Mengen an Bio-Produkten importiert. So wurden in diesem Zeitraum zum Beispiel 42% des konsumierten Bio-Mais und 48% der Bio-Möhren eingeführt (BOLW 2012: 19).

Entwicklung internationaler Märkte

In den **USA** werden fast 2 Mio. Hektar Land organisch bewirtschaftet, das sind 5,6% der weltweit organisch angebauten Fläche. Im Jahr 2010 konnte der Markt ein Wachstum von rund 8% verzeichnen. Zur selben Zeit hat der konventionelle Lebensmittelmarkt nur um 1% zugelegt (IFOAM 2012: 29). Der Umsatz für ökologische Lebensmittel lag bei €20,15 Mrd. Jährlich gibt jeder US-Amerikaner durchschnittlich €64,30 für Bio-Produkte aus, das ist deutlich mehr als der europäische Durchschnitt (BOLW 2012: 22).

Der **französische** Bio-Markt wächst seit Jahren stetig an und erlebt seit 2008 einen regelrechten Boom. Es werden insbesondere frische Lebensmittel nachgefragt, doch auch verarbeitete Produkte verzeichnen eine starke Nachfrage. Der französische Markt bietet eine sehr diversifizierte Palette an biologischen Produkten an, von frischem Obst und Gemüse bis zu Tiefkühl- und Fertigprodukten. Dabei ist zu beobachten, dass mehr und mehr lokal produzierte Ware ihren Weg zu den Konsumenten findet. 4 von 10 Franzosen geben an, regelmäßig organisches Essen zu verzehren, und planen auch in Zukunft ihren Konsum konstant zu halten oder zu erhöhen. Gesundheits- und Umweltbewusstsein spielen bei der Entscheidung für biologische Lebensmittel die größte Rolle. 56% zeigen sich zudem verständnisvoll, wenn organisch produzierte Lebensmittel teurer sind als konventionell hergestellte.¹⁴

Rund 50% der organisch produzierten Lebensmittel in den **Niederlanden** werden exportiert. Dabei steigt der Binnenkonsum kontinuierlich an, im Schnitt um 10% pro Jahr. Vor allem das Bio-Angebot von größeren Supermärkten oder Spezialläden, das über das Internet angeboten wird, konnte Steigerungen von über 20% in 2009 verzeichnen. Der Trend bei Importen geht zu Bio-Produkten mit einer höheren Wertschöpfung, wie etwa Pizza oder Milchshakes (Wageningen UR 2011).

Als Reaktion auf die Atom-Katastrophe in Fukushima ist der **japanische** Bio-Markt dabei zu wachsen. Japan ist aber aufgrund seines kleinen inländischen Ökolandbaus von nur 0,23% an der gesamten Landwirtschaftsfläche auf Importe angewiesen, was insgesamt das Wachstum des Bio-Sektors bremst. Im Jahr 2010 konnte ein Umsatz von €0,98 Mrd. erwirtschaftet werden, dies entspricht einem Bio-Anteil von 1% am Lebensmittelmarkt (BOLW 2012: 22).

¹⁴ http://www.organic-world.net/fileadmin/documents/yearbook/2012/2012-02-16/riffiod-2012_february_organic_french_market_biofach_final_Kompatibilitätsmodus_.pdf (eingesehen am 12.11.12)

Obwohl in **China** und **Indien** die organisch bewirtschaftete Landfläche geschrumpft ist, hat dies das Handelsvolumen nicht beeinflusst. Der chinesische Markt hat sich in den letzten 5 Jahren vervierfacht und auch Indien konnte alleine in 2011 sein Marktvolumen um 20% steigern. Dabei gewinnt für China der asiatische Markt zunehmend an Bedeutung; 13% der Ausfuhren werden in asiatische Länder exportiert (IFOAM 2012: 28, Soil Association 2012: 3).

Es wird erwartet, dass der **brasilianische** Markt international an Bedeutung gewinnen wird. Bislang sind lediglich 10,5% der 4,9 Mio. Hektar organisch bewirtschafteter Landwirtschaftsfläche zertifiziert. Dies ist Voraussetzung, um unter dem Label „Bio“ nach Europa und Nordamerika zu exportieren (IPD 2010: 16). Gleichzeitig steigt auch die Binnennachfrage nach biologischen Lebensmitteln.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Ökolandbau global auch in den kommenden Jahren starke Wachstumsraten verzeichnen wird. Das Potenzial für deutsche Landwirte ist groß, da die Binnennachfrage bislang nur durch Importe befriedigt werden kann.

2.1.11 Sustainable Finance

Eine einheitliche Definition von *Sustainable Finance* existiert nicht, vielmehr variiert die Bezeichnung zeitlich und räumlich. Zur Beschreibung des Marktes wird auf die Leitlinien des *European Sustainable Investment Forums (Eurosif)* zurückgegriffen, nach denen sich *Sustainable Finance* auf Investitionsprozesse jeder Art bezieht, die bei der ökonomischen Bewertung auch den Einfluss von *Environmental, Social and Governance (ESG)* Kriterien berücksichtigt (Eurosif 2012: 8). Verschiedene Ausprägungen des Socially Responsible Investment (SRI)-Marktes sind in Tabelle IV dargestellt.

- Der globale SRI-Markt wurde 2010 auf € 7.600 Mrd. geschätzt.
- Großbritannien und Frankreich gehören zu den fortschrittlichsten Ländern.
- Es wird erwartet, dass der SRI-Markt in Zukunft weiterhin rasant wachsen wird.

Tabelle IV: Anlagestrategien im Überblick

Normbasiertes Screening	Bezeichnet Screenings von Investments nach ihrer Konformität mit bestimmten internationalen Standards und Normen, die sich auf ESG-Kriterien beziehen.
Best-in-Class	Anlagestrategie, nach der basierend auf ESG-Kriterien die besten Unternehmen innerhalb einer Branche, Kategorie oder Klasse ausgewählt werden.
Nachhaltige Themenfonds	Investitionen in Themen oder Assets, die mit der Förderung von Nachhaltigkeit zusammenhängen und einen ESG-Bezug haben.
Ausschlüsse	Dieser Ansatz schließt systematisch bestimmte Investments oder Investmentklassen wie Unternehmen, Branchen oder Länder vom Investment-Universum aus, wenn diese gegen spezifische Kriterien verstoßen (z. B.: Investments in Atomkraft).
Engagement/ Stimmrechtsausübung	Langfristig angelegter Dialog gegenüber Unternehmen, um deren Verhalten bezüglich ESG-Kriterien zu verbessern. Die Ausübung von Aktionärsrechten auf Hauptversammlungen, um die Unternehmenspolitik bezüglich ESG-Kriterien zu beeinflussen.
Integration	Explizite Einbeziehung von ESG-Kriterien bzw. Risiken in die traditionelle Finanzanalyse.

Quelle: Eurosif 2012, FNG 2012: 8

Weltweite Entwicklung

Sustainable Finance hat sich als sehr resistent gegenüber der globalen Finanzkrise erwiesen und verzeichnet seit einigen Jahren einen Boom. Vornehmlich wurde *Sustainable Finance* in Mitteleuropa und den angelsächsischen Ländern eingeführt (Puaschunder 2011: 11). Der globale Markt wurde 2010 auf €7.600 Mrd. geschätzt, mit Europa als größtem Marktteilnehmer (Eurosif 2010: 59). Auf nationaler Ebene betrachtet zeigen sich deutliche Unterschiede in Bezug auf Größe, Strategien und Marktanteile.

Deutschland

Der Markt nachhaltiger Geldanlagen erfreut sich in Deutschland, ausgehend von einem niedrigen Niveau, seit Jahren hoher Zuwächse. In 2011 betrug das Gesamtvolumen mehr als €621 Mrd., machte damit aber nur 1,2% am Gesamtmarkt aus (FNG 2010: 15). In den nächsten drei Jahren ist mit einem durchschnittlichen Anstieg an nachhaltigen Geldanlagen von 46% zu rechnen (Eurosif 2012: 41). Institutionelle Anleger, allen voran die Kirchen, dominieren mit einem Anteil von 68% den Markt (Eurosif 2012:40). Rund 40% der deutschen Anleger sind an einer nachhaltigen Geldanlage interessiert, allerdings besteht ein Informationsdefizit in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Geldanlage und Nachhaltigkeit (FNG 2010: 19). Obwohl laut einer Studie des Finanzforums Klimawandel 63% der Befragten wissen, dass man Klimawandel mit Geldanlage verbinden kann, fühlen sich nur 14% von ihrem Kreditinstitut zu diesem Thema sehr gut informiert (SBI 2010: 14).

Entwicklung internationaler Märkte

Großbritannien wird eine globale Führungsrolle in Bereich *Sustainable Finance* zugeschrieben. Dies zeigt sich vor allem in den diversen Institutionen, die sich in diesem Bereich spezialisiert haben. Dabei ist der Markt in den Händen von institutionellen Investoren. Privatanleger spielen nur eine untergeordnete Rolle. Großbritannien verfolgt im Management der Anlagen – anders als die anderen untersuchten europäischen Staaten – vor allem die Strategie Engagement / Stimmrechtsausübung, auf die rund 80% der nachhaltigen Investitionen fallen. Auf die Best-in-class-Strategie hingegen fallen gerade einmal 0,2% (Eurosif 2012: 60f).

Neben Großbritannien gehört auch **Frankreich** zu den am weitesten entwickelten SRI-Märkten in Europa mit einem Volumen in Höhe von €1.884 Mrd. im Jahr 2011. Institutionelle Investoren bestimmen dabei 71% des französischen SRI-Marktes. Best-in-class Ansätze sind historisch gesehen am populärsten, andere Ansätze wie Engagement und Normbasiertes Screening holen aber schnell auf. Während die konventionelle Anlagenverwaltung unter der Finanzkrise leidet, wächst der SRI-Markt weiterhin stark (Eurosif 2012:34). Von 2007 bis 2009 konnte ein Wachstum von 1788% erzielt werden (Eurosif 2010: 33), womit Frankreich im europäischen Vergleich einen der Höchstwerte erreichte.

Der **niederländische** SRI-Markt wächst seit seinem Entstehen in den 1970ern kontinuierlich an. Anders als Frankreich dominieren dort mit einem Investitionsvolumen von €665 Mrd. die Ausschluss-Ansätze, gefolgt von Integrations-Ansätzen (€542 Mrd.) und Engagement/ Stimmrechtsausübungs-Ansätzen (€472 Mrd.). Die nachhaltigen Themenfonds besitzen mit knapp €20 Mrd. zwar noch einen relativ kleinen Anteil am SRI-Markt, doch konnten sie von 2009 bis 2011 eine Wachstumsrate von fast 600% verzeichnen (Eurosif 2012: 47). Generell wird davon ausgegangen, dass der SRI-Markt kein separater Markt bleiben wird und sich die Instrumente weiter entwickeln und differenzieren.

Von 1995 bis 2010 konnte sich der **US-amerikanische** SRI-Markt fast vervierfachen. Das Volumen bezifferte sich damit in 2010 auf €2.140 Mrd. Im gleichen Zeitraum verzeichnete das konventionelle Investitionsvermögen „nur“ einen Zuwachs von 260% und lag 2010 bei €17.566 Mrd. (USSIF 2010:). Anleger können zwischen 493 nachhaltigen Investmentfonds

wählen. Zum Vergleich: In Deutschland sind 281 Fonds mit Nachhaltigkeitskriterien zugelassen (Schneeweiß 2010: 14).¹⁵

Die Daten für Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika (BRICS) lassen sich aufgrund unterschiedlicher Terminologien und Methoden nur schwer untereinander vergleichen. Positiv fällt der **südafrikanische** Markt für *Sustainable Finance* auf. Laut IFC wird bis 2020 ein kontinuierliches Wachstum erwartet. Das Fondsvolumen nachhaltiger Investitionen bezifferte sich 2010 auf \$117,5 Mrd. und macht damit knapp 20% der Gesamtinvestitionen aus (IFC 2011: 8f). Zum Vergleich: In den USA beträgt dieser Anteil nur knapp 12%, in Deutschland 1.2%.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich der Markt für Sustainable Finance in den nächsten Jahren weiterhin rasant entwickeln wird. Die einzelnen Länder verfolgen dabei unterschiedliche Strategien. Welche davon am erfolgreichsten sein wird, ist bislang nicht abzu-sehen, da *Sustainable Finance* in vielen Ländern, einschließlich Deutschland, noch ein Nischenmarkt ist. Es wird auch interessant sein, die weitere Entwicklung auf den asiatischen Finanzmärkten zu beobachten. Die Schaffung der ersten nachhaltigen Fonds in Indien und China lassen vermuten, dass auch hier der Markt bald wachsen wird (IFC 2011:7).

2.1.12 Fazit

Alle untersuchten Submärkte weisen ein deutlich positives Wachstumspotential (z. B. alternative Antriebstechnologien) und teilweise schon relativ große Marktvolumina (z. B. Erneuerbare Energien, Effizienztechnologien etc.) auf. Innerhalb Deutschlands hatten die grünen Leitmärkte im Jahr 2011 zusammen ein Volumen von €285 Mrd. – nur rund €66 Mrd. weniger als der Automobilsektor (vgl. Abbildung 1). Deutschland ist auf den internationalen Märkten generell gut aufgestellt und nimmt bei vielen Technologien eine führende Rolle ein (z. B. DZW, stoffliche Abfallverwertung).

Die Erwartungen an die globalen Entwicklungen der Märkte der Green Economy sind sehr groß. Teilweise kommen unterschiedliche Studien jedoch zu relativ stark differierenden Aussagen. Gerade bei neuen Technologien, welche noch im Begriff sind, die Marktreife zu erlangen, sind Prognosen sehr schwierig und mit Vorsicht zu genießen. Zudem gibt es teilweise Abgrenzungsprobleme bei den Marktzugehörigkeiten einzelner Technologien. Eine gewisse Überschneidung ist kaum auszuschließen.

Die Entwicklung der Märkte und der deutschen Absatzchancen hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Die Verbreitung von und Nachfrage nach einzelnen Technologien wird zu einem großen Teil durch den Nutzen bedingt, den sie stiften. Allerdings kommen viele weitere Faktoren hinzu, welche letztendlich die Marktdurchdringung neuer Produkte bestimmen wie lokale Gegebenheiten und Strukturen, Kompatibilität, länder- und produktspezifische Marketingstrategien sowie die Ausgestaltung und die Einhaltung politischer Zielsetzungen.

Deutsche Produkte bestechen durch ihre technische Ausgereiftheit und Langlebigkeit. „Made in Germany“ hat international einen sehr guten Ruf, was durch die Analyse der Submärkte bestätigt wurde. Gleichzeitig wird in der Literatur immer wieder betont, wie wichtig Kenntnisse der lokalen Gegebenheiten sind. Nationale Partner sind besonders in den Schwellenländern, aber beispielweise auch in Japan unerlässlich. Vor allem wenn die Käufer staatliche

¹⁵ Von den in Deutschland zugelassenen Nachhaltigkeitsfonds sind allerdings viele ausländischer Provenienz.

Einrichtungen sind, wie etwa Gebietskörperschaften, oder es sich um PPPs handelt, ist es wichtig, die lokalen formellen und informellen Netzwerke und Gefüge zu kennen.

Gerade für die Erfolgchancen neuer Technologien spielen lokale, nationale sowie internationale Standards und Regelwerke eine nicht zu unterschätzende Rolle. Umso größer die Kompatibilität, desto problemloser können deutsche Produkte auf dem globalen Markt abgesetzt werden. Eine Harmonisierung der Standards und Rahmenbedingungen generell, aber auch im Sinne deutscher außenwirtschaftlicher Interessen, kann die Stellung deutscher Unternehmen auf den internationalen Märkten weiter verbessern.

Vor allem bei komplexen, innovativen Technologien, die neu auf den Markt kommen, ist es wichtig, dass potentielle Käufer über deren Existenz und Vorzüge informiert sind. Deutsche Produkte sind zudem eventuell teurer als vergleichbare. Dieser preisliche Unterschied muss den Konsumenten mit Marketingstrategien, welche die längere Lebensdauer, die höhere Effizienz und den innovativeren Charakter hervorheben, verdeutlicht werden. Für die Märkte in Schwellen- und Entwicklungsländern ist gleichzeitig darauf zu achten, dass es zu keinem „Over-Engineering“ kommt, da dort teilweise kostengünstigere und technisch weniger anspruchsvolle Lösungsansätze präferiert werden.

Die globalen Marktpotentiale werden zu einem guten Teil durch die ehrgeizigen Ziele bestimmt, welche sich die Regierungen hinsichtlich des Einsatzes grüner Technologien und Produkte setzen. Durch den Wechsel von Entscheidungsträgern oder Strategien können diese Pläne revidiert und verändert werden. Dies hätte in den meisten Fällen eine direkte Auswirkung auf die Entwicklung der jeweiligen Märkte. Die Marktpotentiale hängen daneben von zahlreichen weiteren Faktoren ab, die ebenso Wandlungsprozessen unterliegen. So spielen beispielsweise die gesellschaftliche Akzeptanz, der Finanzierungswille von privaten Investoren, die öffentliche Nachfrage und die generelle konjunkturelle Lage eine Rolle.

2.2 Internationale Rahmenbedingungen der Green Economy

Dieses Unterkapitel gibt einen Einblick in die internationalen Rahmenbedingungen der im vorherigen Kapitel untersuchten Submärkte. Die einzelnen Abschnitte sind in rechtliche und regulative sowie finanzielle Rahmenbedingungen unterteilt. Gegen Ende jedes Abschnitts wird ein kurzes Fallbeispiel dargestellt, welches einen einzelnen Aspekt von einer Rahmenbedingung exemplarisch beschreibt. Die Auswahl der beschriebenen Rahmenbedingungen erfolgt gemäß der Kriterien innovativer Charakter, Hebelwirkung für eine Transformation hin zur Green Economy und Übertragbarkeit. Um einen besseren Überblick zu gewährleisten, findet auch die Situation in Deutschland Erwähnung.

2.2.1 Erneuerbare Energien

Die Förderung von erneuerbarer Energie ist ein zentraler Pfeiler der europäischen Energiepolitik. Auch außerhalb Europas werden starke Akzente beim staatlich geförderten Ausbau erneuerbarer Energie gesetzt, wie die Beispiele China und USA zeigen (vgl. 2.1.1). Zur Förderung gibt es verschiedene Mechanismen, welche sich unterschiedlich kombinieren und ausgestalten lassen. Die wichtigsten Maßnahmen sind momentan einerseits mengenbezogene Quotenregulierungen und andererseits preisbezogene Instrumente in Form von Einspeisevergütungen. Welches Instrument gesamtwirtschaftlich vorteilhafter ist und gleichzeitig das primäre Ziel der Förderung der Erneuerbaren erfüllt, wird intensiv debattiert. Bei beiden gibt es verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten. Bei der Einspeisevergütung kann eine Vergütung pro eingespeiste Stromeinheit oder aber eine feste Prämie, zusätzlich zum herrschenden Marktpreis für Strom, festgelegt werden. Bei der Quotenlösung gibt es die Möglichkeit, einen Zertifikatehandel einzuführen (Sawin 2012: 70). Zudem gibt es weitere Förderungsmöglichkeiten durch Ausschreibungsmodelle sowie generell fiskalpolitische Mechanismen (Steuervergünstigungen, öffentliche Zuschüsse etc.) und öffentliche Finanzierungshilfen (staatliche Garantien, öffentliche Kredite, öffentliche Beschaffung etc.) (IRENA 2012: 7f).

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

Die **EU** strebt in ihrer „Europa 2020“ - Strategie¹⁶ einen Anteil von erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch von 20% an (Sawin 2012: 66). Zur Erreichung dieses Ziels wurden auf nationaler Ebene Programme und Gesetze verabschiedet. Das **deutsche** Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) wurde bereits in ähnlicher Form in vielen anderen Ländern eingeführt, darunter 19 EU-Länder, einschließlich **Frankreich, Italien und Spanien**.¹⁷

Weltweit wurde das Konzept der Einspeisevergütung mittlerweile in über 60 Ländern eingeführt (Weber 2012: 49f; Sawin 2012: 70ff). In **Europa** geht der Trend in Richtung Einspeisevergütung (ECOFYS 2011b: 7). Insgesamt ist noch ein Anpassungsprozess bei der Ausgestaltung der Regularien zu erkennen (ECOFYS 2011b: 7).

Im Jahr 2006 trat in **China** das Gesetz für Erneuerbare Energien (*Renewable Energy Law*) in Kraft (Liu 2011: 75). Es ist Chinas Nationalem Klimawandel Programm (*Climate Change Programme*) zuzuordnen (ICF 2012: 56). Das Gesetz setzt zum einen Ziele fest, bis wann ein gewisser Prozentsatz der Energie aus erneuerbaren Quellen stammen muss (ICF 2012:

¹⁶ http://www.bmu.de/europa_und_umwelt/europa_2020/doc/6424.php (eingesehen am 26.10.2012)

¹⁷ <http://www.unendlich-viel-energie.de/en/policy/the-renewable-sources-act.html> (eingesehen am 29.10.2012)

56). Zum anderen verpflichtet es die Netzbetreiber, erneuerbarem Strom Vorrang gegenüber konventionellem zu geben (Cheung 2011: 25). Aufgrund von Schwierigkeiten in der praktischen Umsetzung wurde das Gesetz überarbeitet und sieht seit 2010 vor, dass die Betreiber der Netze einen bestimmten Anteil an erneuerbaren Energien kaufen und weiterleiten müssen (Cheung 2011: 25).

Finanzierungs- und Förderprogramme

In **Großbritannien** bildet das System der *Renewable Obligations* den zentralen finanziellen Mechanismus zur Förderung von erneuerbaren Energien (Department of Energy and Climate Change (DECC) 2012b). Begonnen 2002, soll das System in unterschiedlichen Phasen bis 2037 laufen. Mithilfe dieser Maßnahme möchte Großbritannien sein Ziel erreichen, 15% bzw. 20% des Energiebedarfs bis 2015 bzw. 2020 durch Erneuerbare zu decken. Im Prinzip handelt es sich um ein Quotensystem mit handelbaren Zertifikaten (ECOFYS 2011a: 246). Energieversorgungsunternehmen sollen einen bestimmten Anteil ihrer Energie aus Erneuerbaren decken oder sie müssen sich „freikaufen“ (*buy - out - price*). Die Generierung von erneuerbarer Energie wird finanziell gefördert durch die kostenlose Vergabe der Zertifikate an Produzenten erneuerbarer Energie. Diese können dann gewinnbringend verkauft werden. Insgesamt ist es ein komplexes System aus handelbaren Zertifikaten (*Renewable Obligations Certificates*), *buy - out - prices* und Gutschriften für gehaltene Zertifikate (s.u.) (Bauknecht et al. 2006; DECC 2012b). **Indien** startete ein *Renewable Energy Certificate*-System im Jahr 2011 (Sawin 2012: 68).

In **Südafrika** konnte das 2009 eingeführte *Renewable Energy Feed in Tarif*-Programm (*REFIT*) keine Erfolge verzeichnen, hauptsächlich wegen der durch staatliche Einflussnahme preislich stark schwankenden und tendenziell sinkenden Einspeisevergütungen (Pegels 2011: 4). Das *REFIT* wurde eingestellt, worauf im Jahr 2011 das *New Procurement Programme for Independent Power Producers* folgte. Dieses schreibt öffentlich Projekte zur Erzeugung von Energien durch erneuerbare Ressourcen aus (*Renewable Energy Bid Programme*). Im Jahr 2011 wurde so der weltweit umfangreichste erneuerbare Energien *tender* im Umfang von 3.725 MW ausgeschrieben (Sawin 2012: 68). Das Interesse daran war groß, was als positive Trendwende beim Ausbau der erneuerbaren Energien in Südafrika gewertet wird (Becker und Fischer 2012: 14).

Frankreich fördert erneuerbare Energien mit verschiedenen Mechanismen. Aus dem umfangreichen staatlichen Investitionsprogramm *Investissement pour l'avenir* von insgesamt €35 Mrd. sollen €1,87 Mrd. in die Förderung von Demonstrationsprojekten und technologischen Plattformen im Bereich erneuerbare und kohlenstoffarme Energie sowie grüne Chemie fließen (*Démonstrateurs et plateformes technologiques en énergies renouvelables et décarbonées et chimie verte*). Aus demselben Programm soll die Forschungslandschaft mit Exzellenzinstituten im Bereich kohlenstoffarmer Energie (*Instituts d'excellence en énergies décarbonées*) mit insgesamt €1 Mrd. gefördert werden (Gouvernement français 2012).

Immer wieder werden die starken Preisschwankungen auf dem Strommarkt kritisiert, welche Investitionen über längere Zeiträume aufgrund der erforderlichen Risikoaufschläge weniger rentabel machen. **Großbritannien** will hier ab 2017 mit Hilfe eines Einspeisevergütungssystems (*Feed-in Tariff*) mit sog. Differenzkontrakten (*Contracts for Difference (CfD)*) entgegensteuern. Während die Preise auf dem Strommarkt weiterhin schwanken, haben Stromproduzenten, welche *CfDs* halten, die Sicherheit konstante Einnahmen zu generieren, welche ihre getätigten Investitionen in *low carbon technologies* decken. Sinkt der Strompreis unter ein bestimmtes Niveau, welches diese Investitionen langfristig amortisieren würde, erhalten die

Stromproduzenten den Differenzbetrag durch die *CfDs*. Etabliert sich ein höherer Strompreis auf dem Markt, sind die Produzenten, die *CfDs* besitzen, verpflichtet die Preisdifferenz zurückzubezahlen.¹⁸ Durch diese Nivellierung der Einnahmen der Stromproduzenten, welche in *low carbon technologies* investiert haben, erhöht sich die Investitionssicherheit und damit die Attraktivität solcher Projekte. Der Erfolg dieses Mechanismus bleibt abzuwarten. Hier zeigt sich jedoch die Bandbreite an marktbasierten Möglichkeiten zur Förderung von erneuerbaren Energien. Dreh- und Angelpunkt wird das festzulegende Preisniveau sein, welches die Amortisierung der Investitionen sichern soll.

Fazit

Die Energieversorgung spielt für jedes Land eine zentrale Rolle. Der weltweite Trend in Richtung Erneuerbare verändert den Energiemix dramatisch. Um die gesteckten Ziele zu erreichen, werden massive Förderprogramme mit unterschiedlich kombinierten und ausgestalteten Fördermechanismen aufgelegt. Das teilweise große Fördervolumen macht eine genaue Ausdifferenzierung der Instrumente und Berücksichtigung aller möglichen Folgen besonders wichtig. Fehlgeleitete Investitionen können einerseits den Erfolg des Energieumbaus gefährden und andererseits die Akzeptanz für diesen in der Bevölkerung vermindern. Angesichts der vielen Möglichkeiten ist es zudem wichtig, den richtigen *Policy-Mix* passend zu den wirtschaftlichen und sozialen Eigenheiten eines Landes zu finden. Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Instrumente und die möglichen Auswirkungen auf andere Bereiche sind genau zu untersuchen, um ungewollte Sekundäreffekte zu verhindern. Bei fundamentalen Umstrukturierungen der Energieversorgung, wie etwa bei der Energiewende, müssen neben den unmittelbaren auch die gesamtgesellschaftlichen Wandlungsprozesse, welche diese mit sich bringen können, berücksichtigt werden.

2.2.2 Speichertechnologien

Großtechnisch angelegte Energiespeicheranlagen sind aufgrund hauptsächlich technischer, aber auch finanzieller Hindernisse noch kaum vorhanden. Eine Ausnahme bilden hier Pumpspeicherwerke, welche bei einer Gesamtleistung von 96 GW momentan 99% der weltweiten Speicherkapazität ausmachen (ERP 2011: 8). Um die ehrgeizigen Ziele im Bereich erneuerbare Energien und nachhaltige Mobilität zu erreichen, die sich viele Regierungen gesetzt haben, müssen weitere Speichermöglichkeiten ausgebaut werden. Spezifische regulative Rahmenbedingungen sind wenig ausgereift und es existiert ein großer Bedarf an weitergehender Forschung und sinnvoller Ausgestaltung der Regularien. Während bisher vor allem im technologischen Bereich geforscht wurde, gewinnen Fragen nach sinnvollen Management- und Anreizsystemen sowie dezentraler oder zentraler Ausrichtung an Wichtigkeit.

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

In **Großbritannien** reguliert das System der *New Electricity Trading Arrangements (NETA)* den Strommarkt und damit auch die Energiespeicherung. Nachdem Pumpspeicherwerke durch Unterschiede bei den Einkauf- und Wiederverkaufspreisen große Gewinne erwirtschafteten, wurde das Gesetz geändert, um diese Dynamik zu verhindern. Die Margen, die durch die Speicherung von konventioneller Energie erzielt wurden, ließen diese an Attraktivität gegenüber erneuerbaren Energien gewinnen. Dadurch wurde der finanzielle Anreiz erhöht, Investitionen in konventionelle Energiequellen zu tätigen. Der Ausbau von erneuerbaren Energien verlangsamte sich aufgrund fehlender Finanzierungsmöglichkeiten. Durch die Mo-

¹⁸ DECC 2012: Electricity Market Reform: policy overview: <http://www.decc.gov.uk/assets/decc/11/meeting-energy-demand/energy-markets/7090-electricity-market-reform-policy-overview-.pdf> (eingesehen am 22.01.2013)

difizierung des gesetzlichen Rahmens wurden Energiespeicher für Investoren weniger attraktiv und teilweise sogar stillgelegt. Die Erfahrungen in Großbritannien zeigen, dass bei der Regulierung von Speichern eine Balance zu finden ist, so dass Energiespeicherung ein lukratives Geschäftsmodell darstellt, daraus jedoch keine implizite Förderung von konventioneller Energie resultiert (European Parliament 2007: 6; Butler 2001: 55f).

In **Kalifornien** wurde im Zuge des *Assembly Bill 2514* die *Californian Public Utility Commission (CPUC)* damit beauftragt, sowohl für die privaten als auch für die staatlichen Energieunternehmen, Ziele für die Beschaffung von Energiespeichern festzulegen. Die erste Zielvorgabe muss von den Unternehmen bis Ende 2015, die zweite Vorgabe bis Ende 2020 erreicht werden. Dazu forderte die CPUC die privaten Unternehmen auf, eigene Entwicklungspläne und Ziele für die Installation von Energiespeichern zu formulieren. Diese müssen jedoch mit den Bundes- sowie jeweiligen Staatsstandards übereinstimmen. Diese Pläne sind laut Gesetz bei der Festlegung der Zielvorgaben durch die CPUC zu berücksichtigen (PIER 2011: 12, 75; CPUC 2012b).

Besonders langfristige Ziele hat **Japan** in seiner *Technology Roadmap* aufgestellt. Hier werden Ziele rund um die Nutzung und Generierung von Energie bis zum Jahr 2100 formuliert. Dabei werden auch für die Speicherung Zeitlinien mit einer verstärkten Nutzung bestimmter Technologien vorgegeben (hauptsächlich Batterien, SMES¹⁹, *Flywheel*, Pumpspeicher und Wasserstoff). Nicht angegeben wird, welchen Speichertechnologiemix Japan hier genau anstrebt (METI 2006: Res/Com-5, Transformation-5).

Finanzierungs- und Förderprogramme

Generell ergeben sich finanzielle Anreize zum Bau von Energiespeicher durch das sogenannte *peak shaving*. Energie wird zu Schwachlastzeiten bei niedrigen Preisen eingekauft und zwischengespeichert. Sobald Nachfrage und Preise wieder steigen, wird die Energie ins Netz zurückgeführt. Der erzielte Gewinn, welcher sich aus der Differenz der beiden Preisniveaus ergibt, wird jedoch deutlich geschmälert durch die teilweise noch niedrigen Wirkungsgrade der Speichertechnologien. Bei der adiabaten Druckluftspeicherung beispielsweise, gehen 30% der Energie bei der Rückspeisung ins Netz verloren (Höfling 2010: 17f). Die erwähnte Arbitrage gilt es, anders als im Falle **Großbritanniens** (s.o.), für vermehrte Investitionen in Technologien zur Speicherung von erneuerbarer Energie zu nutzen.

In **Deutschland** werden Speichertechnologien auf unterschiedliche Weise gefördert. Zum einen sind neue oder deutlich erweiterte Pumpspeicherkraftwerke für 20 Jahre vom Netznutzungsentgelt und der EEG-Umlage (EEG Novelle) befreit (Bundesregierung 2012a). Außerdem hat die KfW für den Neu- und Ausbau von dezentralen Energiespeichern ein Programm zur Förderung von Stromverteilernetzen sowie Stromspeichern aufgelegt. Das Programm Investitionskredit Kommunen (IKK) – Kommunale Energieversorgung vergibt günstige Kredite für den Bau von beispielsweise Druckluftspeichern oder Wasserstoffspeichern (KfW 2012a). Zudem haben im Jahre 2011 das BMBF, das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und das BMU gemeinsam die Förderinitiative Energiespeicher in Höhe von €200 Mio. für den Zeitraum bis 2014 gestartet (BMWi 2011a). Ziel ist es, die Forschung und Entwicklung (F&E) von verschiedenen Speichertechnologien für Strom, Wärme und andere Energieträger voranzutreiben.

Das DOE der **USA** plant von 2011 bis 2015 €140 Mio. (\$200 Mio.) in die F&E sowie in Demonstrationsprojekte von Speichertechnologien zu investieren. Mit dem *Energy Storage Program* soll das Ziel erreicht werden, bis 2015 die Kosten der Energiespeicherung um

30% zu reduzieren (DOE 2011: 8). Außerdem gründete das DOE 2012 das *Joint Center for Energy Storage Research*, ausgestattet mit €84 Mio. (\$129 Mio.) über fünf Jahre. Die Kooperation aus nationalen Forschungseinrichtungen, Universitäten und privaten Unternehmen gilt als Prestigeprojekt und soll deutliche Fortschritte im Bereich Speichertechnologien erzielen.²⁰ Eine noch nicht verabschiedete Gesetzesinitiative, der *STORAGE 2011 Act*, sieht Steuerergünstigungen für Investitionen im Bereich Energiespeicher vor, die nicht nur für Speichertechnologien, sondern auch für Verteilungsinfrastruktur und –netze gelten sollen.²¹ In Kalifornien wurde 2009 das *Self-Generation Incentive Program (SGIP)* eingeführt. Für die Installation von Technologien zur Generierung von erneuerbarer Energie, aber auch für die Installation von Energiespeichern gibt es gemäß der Leistung einen finanziellen Anreiz. Im Fall der Speichertechnologien sind es \$2 pro Watteinheit (CPUC 2012a).

In **Frankreich** begann 2011 das Projekt *NiceGrid* in Carros im Department Alpes-Maritimes. Mit einem Budget von €30 Mio. über 4 Jahre soll ein intelligentes und autonomes Stromnetz (*smartgrid*) für 1.500 Haushalte, Geschäfte, Büros und öffentliche Einrichtungen etabliert werden. Dabei werden 100 Haushalte mit PV-Anlagen und dezentralen Energiespeichern in Form von Lithium-Ionen Batterien (6,6 kWh/ 3 kW) ausgestattet. Außerdem werden an zentraler und semi-zentraler Stelle weitere Batterien eingesetzt: Eine Batterie (560 kWh/ 1,1 MW) soll auf dem Niveau eines Umspannwerks installiert werden und fünf weitere Batterien (310kWh/ 100kW) im Niederspannungsnetz (GTAI 2012c; Nice Grid 2012; ADEME 2012).

Fazit

Sowohl die rechtlichen Rahmenbedingungen als auch die Förderprogramme für Energiespeicher sind noch nicht ausgereift. Die komplexen Dynamiken, welche die Zwischenspeicherung auf dem Energiemarkt auslösen kann, müssen genauer untersucht und dementsprechende Regularien entwickelt und implementiert werden. Hier sind viele Aspekte zu berücksichtigen, wie etwa, ob das System hauptsächlich durch viele dezentrale oder wenige zentrale Speicher getragen werden soll. Neben der rein technischen Forschung bedarf es daher Pilot- und Demonstrationsprojekte, welche verschiedene skalierte Systeme, aber auch unterschiedliche Managementansätze sowie Anreizsysteme erproben.

2.2.3 Energieeffizienz von Gebäuden

Im Bereich der Energieeffizienz von Gebäuden sind viele Technologien bereits weit entwickelt (Beispiel Passivhaus). Viele Länder bieten den Verbrauchern zinsgünstige Kredite an und haben Energie-Labels für Gebäude eingeführt, die mehr Informationen und eine bessere Transparenz gewährleisten sollen. Hier verfolgen die Länder mit verbindlichen und unverbindlichen Angaben unterschiedliche Strategien.

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

In **Deutschland** informiert gemäß der EU-Richtlinie 2002/91 EG zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden der Energieausweis über den Energieverbrauch von öffentlichen und privaten Gebäuden. Dieser muss bei einem Mieter- oder Eigentumswechsel vorgelegt werden. Kann kein Nachweis erbracht werden, droht ein Bußgeld. Ziele sind neben der Kostentransparenz für den Verbraucher auch das Aufzeigen von Maßnahmen zur Reduktion des Energiever-

²⁰ <http://energy.gov/articles/energy-department-launch-new-energy-innovation-hub-focused-advanced-batteries-and-energy> (eingesehen am 05.11.2012)

²¹ <http://www.opencongress.org/bill/112-s1845/show> (eingesehen am 06.11.2012)

brauchs und zur Steigerung der Energieeffizienz für Häuser. Konkrete Empfehlungen sollen von den Energieberatern, die die Energieausweise ausstellen, gegeben werden.²²

In **Großbritannien** wurde für öffentliche Gebäude das *Display Energy Certificate* eingeführt. Zusätzlich wird ein *Advisory Report* ausgestellt, in dem die durchgeführten kosteneffektiven Maßnahmen zur Erhöhung der Gebäudeeffizienz beschrieben werden (EEE 2011c: 29).

Frankreich bescheinigt die Energieleistungen von Gebäuden mit einem Energielabel sowie einer dreistufigen Zertifizierung. Ab 2020 sollen diese für alle öffentlichen und gewerblichen Gebäude verpflichtend werden. Daneben existiert, wie in anderen Ländern auch, eine freiwillige Zertifizierung für umweltfreundliches Bauen für private Bauträger (EEE 2009b: 11f).

Russland setzt auf freiwillige Zertifizierungen. Für den Bausektor bestehen die „Grünen Standards“ und der „Umweltausweis“. Beide wurden vom Partnerschaftszentrum für ökologische Zertifizierung entwickelt. Dieses steht unter der Federführung des Russischen Ministeriums für Umweltressourcen und Ökologie und ist verantwortlich für die Rahmenbedingungen, die einen reibungslosen Ablauf der ökologischen Zertifizierungssysteme garantieren sollen (OECD 2010b: 106).

Auch **Japan** hat verschiedene Richtlinien für die Energieeinsparung in öffentlichen Gebäuden verabschiedet. Die Behörden haben das Recht, Verstöße der Öffentlichkeit bekannt zu geben. Durch dieses *naming and shaming* kann die Reputation der Bauträger beeinträchtigt werden. Das Prinzip scheint in Japan als erfolgreiche Abschreckungsmaßnahme zu funktionieren (EEE 2008: 16; Nordqvist 2006: 21; UNESCAP 2012).

Finanzierungs- und Förderprogramme

In den **Niederlanden** und **Frankreich** können Eigentümer und Mieter ebenso wie in **Deutschland** den Bau nachhaltiger Gebäude oder energiesparende Renovierungsarbeiten mit einem zinsgünstigen Darlehen finanzieren. Energiesparende Investitionen von Vermietern werden zudem mit Steuererleichterungen gefördert (EEE 2009a:15).

Frankreich bietet Privatpersonen auch die Möglichkeit auf einem „Sparbuch für nachhaltige Entwicklung“ bis zu €6.000 anzulegen und mit zinsgünstigen Krediten energieeffiziente Reparaturarbeiten durchzuführen. Einen weiteren Anreiz für nachhaltiges Bauen bietet die Erhöhung der Bauflächennutzung um 20%, sofern es sich bei den Neubauten um zertifizierte Gebäude handelt (EEE 2009b: 10).

Der **britische** „Green Deal“ ist eine Regierungsinitiative, die es Haus- und Wohnungseigentümern sowie Unternehmen ermöglichen soll, die Kosten energetischer Renovierungsarbeiten durch einen mehrjährigen Aufschlag der Stromrechnung zu bezahlen. Die eingesparten Kosten sollen dabei die Kosten für die Renovierungsarbeiten übersteigen (DECC 2011a).

Während die oben genannten Länder vor allem Anreizsysteme für die Endverbraucher bereitstellen, bietet die **indische** Regierung verschiedenen Stakeholdern finanzielle Anreize, um am freiwilligen Rating für grünes Bauen GRIHA teilzunehmen. Bauträger können sich bei erfolgreicher Teilnahme 90% der Registrierungs- und Ratinggebühren zurückerstatten lassen. Designteams erhalten einen Bonus. Gemeindeverbände und Stadtverwaltungen bekommen von der Regierung Zuschüsse in Höhe von bis zu €76.500²³, wenn sie Steuerer-

²² weitere Informationen liefert das BMVBS unter http://www.bmvbs.de/DE/BauenUndWohnen/EnergieeffizienteGebaeude/Energieausweis/energieausweis_node (eingesehen am 21.12.12.)

²³ 1EUR=65,0803INR (Durchschnittswert 2011)

leichterungen für grünes Bauen oder das Rating für öffentliche Gebäude verpflichtend einführen (EEE 2011a: 48).

Anfang 2011 entstand in den **USA** der Innovationscluster *Energy Efficient Buildings Hub*, der neben der Entwicklung von innovativen energieeffizienten Gebäudetechniken, -konzepten und -systemen auch das regionale Wirtschaftswachstum anregen soll (OECD 2010b: 132). Ziel ist eine beschleunigte Altbausanierung mit neuesten Technologien, die den Energieverbrauch bis 2020 um 20% senken sollen. Die Technologien sollen dabei finanzierbar bleiben. Die Finanzierung erfolgt in den ersten fünf Jahren primär durch das *Department of Energy* (EEB 2012).

Aus der vom britischen DECC gegründeten und finanzierten Energieeffizienz-Partnerschaft für Häuser entstand im April 2012 die **Energieeffizienz-Partnerschaft für Gebäude**. Sie ist Teil der *National Energy Foundation*, einer gemeinnützigen Beratungsorganisation, die Haushalte und Kommunen dabei berät, Energiekosten zu senken. Die Partnerschaft setzt sich aus mehr als 500 Organisationen aus dem privaten und dem öffentlichen Sektor sowie ehrenamtlich tätigen Institutionen zusammen. Ziel ist es, Verbraucher über energieeffiziente Produkte und Dienstleistungen zu informieren, die öffentliche Meinung zu beeinflussen und Best-Practice Beispiele bekannt zu machen (EEE 2011c: 31).

Fazit

Hindernisse bei der Verbreitung von energieeffizienten Gebäuden lassen sich teils auf fehlende Informationen zurückführen und teils auf die höheren Anschaffungskosten, die sich erst nach vielen Jahren bezahlt machen (OECD 2008: 371). Die Regierungen haben daher unterschiedliche Finanzierungsinstrumente entwickelt. Die Einführung von Energiezertifikaten soll für mehr Transparenz sorgen. Es finden sowohl international anerkannte Labels als auch Zertifizierungen auf nationaler Ebene Anklang, die sich in ihren jeweiligen Standards unterscheiden. Bisher besteht aufgrund der geringen Anzahl an Labels jedoch keine Gefahr, dass sie, statt für Transparenz zu sorgen, Verwirrung stiften.

2.2.4 Effizienztechnologien in der Industrie

Auch wenn eine energieeffiziente Wertschöpfung im Interesse jedes einzelnen Unternehmens liegt, werden zur beschleunigten und flächendeckenden Einführung von energieeffizienten Technologien staatliche Mechanismen zur Förderung und Regulierung eingesetzt. Die untersuchten Länder unterscheiden sich dabei in ihren Schwerpunktstrategien. So überwiegen in Brasilien und China beispielsweise die rechtlichen Instrumente, während Großbritannien und Indien eher marktorientierte Anreizsysteme schaffen, um die Energieeffizienz der Industrie zu steigern.

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

Frankreich hat 2006 mit dem Gesetz 2005-781 den Handel mit Weißen Zertifikaten eingeführt. Energieversorger verpflichten sich zu einer festgesetzten Energieeinsparquote. Für die durchgeführten Energieeinsparungen erhalten sie dann handelbare Zertifikate. Die Einsparungen sollen bei den Kunden durch die Schaffung von Anreizen zum Kauf von energieeffizienten Geräten oder durch standardisierte Maßnahmen erzielt werden (Leprich und Schweiger 2007: 29). Systeme mit Weißen Zertifikaten bestehen außerdem bereits in **Groß-**

britannien, Italien, Dänemark und Belgien. Ob und unter welchen Voraussetzungen ein ähnliches System auch in Deutschland eingeführt werden kann, wird diskutiert.²⁴

Um die Industrie zu mehr Energieeffizienz zu bewegen, wurde von der **indischen** Regierung der *Perform, Achieve and Trade* Mechanismus entwickelt. Energieintensiv produzierende Unternehmen müssen ihren durchschnittlichen Energieverbrauch dem amtlichen Energieeffizienzbüro melden. Dieses legt anhand der Energieintensität Reduktionsziele für jeden Industriezweig fest und verhandelt mit den einzelnen Unternehmen individuelle Ziele. Die Implementierung beginnt erst Ende 2012/Anfang 2013. Unternehmen, die ihre gesetzten Reduktionsziele verfehlen, müssen zur Kompensation sogenannte *Energy Savings Certificates* erwerben, welche an der indischen Strombörse gehandelt werden. Das zugrundeliegende Prinzip folgt dem europäischen Emissionshandel (EEE 2011a: 34).

Auch **Großbritannien** hat mittels des *Carbon Reduction Commitment Energy Efficiency Scheme (CRC)* einen nationalen Emissionsrechtehandel eingeführt. Dieser soll auch Unternehmen umfassen, die am Europäischen Emissionsrechtehandel nicht teilnehmen müssen, obwohl sie einen hohen Energiekonsum aufweisen. Teilnehmen müssen demnach alle privaten und öffentlichen Organisationen, die einen bestimmten Energiebedarf überschreiten. Darunter fallen neben Industriebetrieben beispielsweise auch Hotels und Supermärkte. Eine Performance Liste wurde erstmals 2011 veröffentlicht und soll mit den dadurch entstehenden Reputationsrisiken Druck auf die Unternehmen ausüben, um Energiemanagementstrategien zu entwickeln (DLA Piper 2012; DECC 2012a).

Der **chinesische** Staat hat einen Katalog mit unerwünschten bzw. verbotenen Technologien und Materialien veröffentlicht. Unternehmen, die die darin aufgeführten ineffizienten Technologien verwenden, müssen mit empfindlichen Geldbußen rechnen. Gravierende Verstöße können auch mit der Schließung des Betriebes sanktioniert werden (AHK 2009: 31). Darüber hinaus sind Unternehmen mit hohem Energieverbrauch dazu verpflichtet, einen Energiemanager einzustellen. Dieser muss bei den Behörden angemeldet sein und an Schulungen zum Thema Energiesparen teilgenommen haben. Auch hier drohen Bußgelder, sollte das Unternehmen diesen Verpflichtungen nicht nachkommen (AHK 2009: 32).

In **Südafrika** können energieeffiziente Unternehmen von einem Wettbewerbsvorteil profitieren. Im Auswahlverfahren bei öffentlichen Ausschreibungen wird neben preislichen und zeitlichen Kriterien auch der Beitrag berücksichtigt, den ein Unternehmen zur gesamtwirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Entwicklung des Landes leistet (AHK 2012b:54).

Finanzierungs- und Förderprogramme

Auf **europäischer** Ebene bietet das *Benchmarking and Energy Management Schemes in small and medium enterprises* KMUs die Möglichkeit, mittels eines online toolkits und e-learning ihren Energiebedarf durch Energieberatung und Benchmarking zu senken. Die Teilnehmer erhalten eine individuelle Analyse mit Verbesserungsvorschlägen zu Energieeffizienzmaßnahmen. Darüber hinaus haben die Teilnehmer auch Zugriff auf Informationen, welche energiesparenden Maßnahmen bereits in anderen Betrieben durchgeführt wurden (AHK 2008: 13). Ähnliche Aktivitäten gibt es auch in einzelnen Mitgliedstaaten der EU auf nationaler Ebene.

Seit Oktober 2012 gewährt **Deutschland** mit dem Energieeffizienzfonds Zuschüsse an KMUs für den Einsatz von hocheffizienten Querschnittstechnologien. Finanzielle Hilfen gibt

²⁴ <http://www.wwf.de/2012/september/energieeinsparquote-und-weisse-zertifikate-fuer-deutschland/> (eingesehen am 27.12.12)

es auch für die Energieberatung von KMUs durch das Programm „Energieberatung Mittelstand“ (BMWi 2012b).

Ein ähnlicher Ansatz existiert in den **USA**. Durch die Schaffung von sogenannten *Industrial Assessment Centers*, die in verschiedenen Universitäten angesiedelt sind und durch das Energieministerium finanziert werden, können KMUs kostenlose Energieaudits beantragen. Diese werden dann von Ingenieursstudenten durchgeführt, die so praktische Erfahrungen in der Industrie sammeln können (AHK 2012a: 45). Die USA bieten auf bundesstaatlicher Ebene zudem durch das Programm *Clean Tech Partner* Unternehmen die Möglichkeit der Kostenübernahme von Vermarktungsprozessen und der Identifikation von Absatzmärkten für neuartige, einsatzfähige Technologien, die zu signifikanten Energieeinsparungen führen können (AHK 2012a: 49).

In **Brasilien** verwaltet und koordiniert die staatliche Energieaufsichtsbehörde *Aneel* das nationale Programm zur Förderung der Energieeffizienz. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz werden durch verpflichtende Abgaben der Energieversorger finanziert. Diese müssen jährlich 0,5% ihrer liquiden operativen Einnahmen in Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz investieren (AHK 2012d: 25).

Die **chinesische** Provinzregierung der wirtschaftlich stärksten Provinz Chinas, Guangdong, hat einen speziellen Fonds aufgesetzt, aus dem Energieeffizienzmaßnahmen finanziert werden. Unternehmen erhalten eine Prämie, wenn sie ihren Energiebedarf durch die Einführung von energiesparenden Technologien deutlich senken können. Zudem sind energiesparende Technologien, Anlagen und Produkte einfuhr- und mehrwertsteuerbefreit (AHK 2009: 30f). Der Fonds wurde im Zuge eines regionalen Strukturwandels eingeführt, der aufgrund von dramatischen Umweltproblemen von politischer Seite initiiert wurde. Ziel ist es, die ansässigen Unternehmen zur Optimierung ihrer Produktionsprozesse und ihres Energieverbrauchs zu bewegen (AHK 2009: 11).

Fazit

Steigende Energiepreise und der ständige Wettbewerbsdruck drängen Unternehmen dazu, ihre Energiekosten niedrig zu halten und in energieeffiziente Produktionsverfahren zu investieren. Die teilweise ehrgeizigen Energieeinsparziele der Regierungen fordern jedoch von der Industrie weitergehende Einsparungen. Zudem sollen fortschrittliche Unternehmen gefördert werden, während solche mit unverhältnismäßig hohem Energieverbrauch zum Umdenken gebracht werden sollen. KMUs, welche nicht die finanziellen Möglichkeiten haben, ihre Produktion umzustrukturieren, um einen deutlich geringeren Energiekonsum zu erreichen, werden teilweise extra gefördert. Weitere gängige Instrumente sind Systeme mit handelbaren Zertifikaten für Energie- oder Emissionseinsparungen. Teils hat es hier jedoch schon Misserfolge gegeben. Diese Erfahrungswerte müssen bei neuen Ansätzen berücksichtigt werden.

2.2.5 Dezentrales Wassermanagement

Traditionell liegt der Schwerpunkt bei der Wasserver- und Abwasserentsorgung in Deutschland und Europa nicht auf einer dezentralen, sondern zentralen Infrastruktur, welche von staatlicher Seite zumindest überwacht wird (Kluge, Hansjürgens, Hiessl et al. 2010: 53). Die Verbreitung von dezentralen Strukturen wird sehr stark von rechtlichen Rahmenbedingungen beeinflusst sowie von der finanziellen Lage der zuständigen Gebietskörperschaft. In dünnbesiedelten Gebieten oder bei maroder oder nicht existenter Infrastruktur sowie bei knappen Haushalten kann DZW eine Alternative zu teuren zentralen Anlagen sein. Generell muss unterschieden werden zwischen der Installation kompletter dezentraler Systeme und einzelner Komponenten. Die Regenwassernutzung beispielsweise ist in Entwicklungsländern, aber

auch in ländlichen Gebieten in Industrienationen, durchaus gängig. Kleinkläranlagen werden von Unternehmen zur Klärung ihrer Abwässer genutzt.

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

Die Gesetzgebung in den meisten Ländern wirkt sich aufgrund ihres zentralen Ansatzes negativ auf die Verbreitung dezentraler Systeme aus. In **Deutschland** und **Europa** verringert der weit verbreitete Anschluss- und Nutzungszwang²⁵ an die öffentliche Wasserver- und Abwasserentsorgung die Rentabilität dezentraler Systeme (Störmer und Binz 2010: 12). Dies liegt daran, dass parallel zu dezentralen Strukturen, weiterhin - teilweise hohe - Grundgebühren an die Betreiber der zentralen Wasserversorgung abgegeben werden müssen. Daher sinkt der finanzielle Anreiz für Einzelpersonen, dezentrale Strukturen zu errichten. Zudem sind teilweise dezentrale Systeme, wie private Brunnen, grundsätzlich verboten. Diese und andere gesetzliche Rahmenbedingungen schließen dezentrale Lösungen aus oder erhöhen den finanziellen und juristischen Aufwand einer Installation dezentraler Systeme in einzelnen Haushalten und wirken daher nachteilig auf die Nachfrage. Zudem machen die hohen getätigten Kosten (*sunk costs*) der etablierten Infrastruktur und die existierenden Pfadabhängigkeiten, die Einführung dezentraler Strukturen unrentabel und kompliziert (Binz, Truffer, Li et al. 2012: 156).

Anders sieht es bei industriellen Abwässern aus. Durch die gesetzliche Inpflichtnahme von Unternehmen, ihre Abwässer vor der Rückführung in die Gewässer oder die Kanalisation zu reinigen, entsteht ein Bedarf an (Klein-) Kläranlagen für einzelne Abnehmer. Diese Gesetzeslage, wie es sie in **Deutschland**, aber auch in Schwellenländern wie **Indien und Russland** gibt, wirkt sich förderlich auf die Verbreitung von dezentralen Strukturen für bestimmte Anwendungsfälle aus (GTAI 2012e; GTAI 2011i; UBA 2007b: 31).

In Japan und den USA stellt sich die gesetzliche Lage anders dar. In beiden Ländern sind dezentrale Lösungen bei der Abwasserentsorgung ein weit verbreitetes Phänomen: Fast jeder vierte Haushalt in den **USA** ist an einen individuellen Abwassertank oder ein kleines gemeinschaftliches Abwassersystem (*cluster onsite wastewater treatment systems*) angeschlossen (EPA 2012c). Es gibt große Prestigeprojekte wie das *Solaire Wastewater System* in Manhattan, welches in einem Hochhaus über 94.000 Liter Wasser am Tag recycelt (AM-WATER 2008). Die Regulierung dieser Systeme ist von Bundesstaat zu Bundesstaat unterschiedlich. Meistens sind lokale Gesundheitsbehörden mit der Ausweisung und Überwachung solcher Systeme beauftragt.

Dezentrale Abwassersysteme (*Johkasou*) haben auch in **Japan** eine lange Tradition (Binz Truffer, Li et al. 2012: 165). Im Jahr 2006 nutzte knapp ein Viertel der Bevölkerung einen *Johkasou* (JECES 2012). Einerseits werden sie in dünn besiedelten ländlichen Gebieten verwendet. Andererseits kommen sie aber auch in dicht bevölkerten urbanen Regionen zum Einsatz. Teilweise wird das gereinigte Wasser wieder für den weiteren Gebrauch genutzt. Der Bau solcher Systeme wird durch ein eigenes Gesetz geregelt und gefördert. Das 1983 eingeführte **Johkasou Gesetz** sieht die Installation eines *Johkasous* für einen Neubau vor, wenn dieser nicht an die zentrale Infrastruktur angeschlossen wird (Gaulke 2006: 103). Das Gesundheitsministerium sowie das Ministerium für Land, Infrastruktur und Transport überwachen die Einhaltung des Gesetzes. Überprüft werden die einzelnen Systeme jährlich von lokalen Behörden (Gaulke 2006: 108).

²⁵ Anschlusszwang: Deutschland, Österreich, Frankreich, Niederlande; Kein Anschlusszwang: Großbritannien, USA (Schönböck et al. 2003; UBA 2007b: 31)

In **China** sind dezentrale Wasserversorgungssysteme weitestgehend Nischenprodukte. Aufgrund von steigender Wasserknappheit und -verschmutzung, werden relevante Technologien jedoch vermehrt als potenzielle Wachstumsmärkte betrachtet. Regelungen, wie etwa in Peking, welche *onsite wastewater facilities* für neue Wohnprojekten vorsehen, die eine Fläche größer als 30.000m² umfassen, sind wichtige Signale (Binz, Truffer, Li et al. 2012: 161).

Finanzierungs- und Förderprogramme

In Ländern mit zentraler Infrastruktur und vorherrschendem Anschlusszwang gibt es kaum **ökonomische Anreize** oder **Finanzierungshilfen** für den Bau dezentraler Wassermanagementsysteme für Privatpersonen (UBA 2007a: 180). In den **USA** existieren dagegen verschiedene Finanzierungsförderungen. Beispielsweise können sowohl individuelle als auch *cluster* - Systeme durch den *Clean Water State Revolving Fund* gefördert werden (EPA 2009). Mittels des U.S. Department of Agriculture (*USDA*) *Rural Utilities Services* werden öffentliche Stellen, NGOs oder indigene Gemeinschaften in ruralen Gebieten bei der Umsetzung dezentraler Abwasserprojekte gefördert (USDA 2012). In **Japan** fördert die Regierung die Installierung von *Johkasous* mittels Subventionen: Im Jahr 2000 wurden mit insgesamt rund €200 Mio. jeweils 40% der Kosten zur Errichtung eines dezentralen Abwassersystems von der Regierung übernommen (Gaulke 2006: 108). Für Unternehmen existieren in **Deutschland** finanzielle Fördermöglichkeiten. Beispielsweise vergibt das KfW - Umweltprogramm günstige Kredite für Maßnahmen, welche auf die Verbesserung der Abwasserreinigung und die Abwasserverminderung und -vermeidung abzielen und damit in (Klein-) Kläranlagen investiert werden können (KfW 2012b).

Ein gut funktionierendes Informations- und Überprüfungssystem ist notwendig, damit dezentrale Wassermanagementsysteme den Ansprüchen einer nachhaltigen Wasserver- und -entsorgung genügen. In den **USA** und **Japan** werden eine Vielzahl an Richtlinien und Handbüchern auf öffentlichen Informationsplattformen bereitgestellt. Nutzer und Interessenten können sich über die unterschiedlichen technologischen Möglichkeiten, Finanzierungsmodelle sowie Vorteile und Pflichten informieren, die eine dezentrale Abwasserentsorgung mit sich bringt.²⁶

In **Australien** nutzen etwa 13% der Haushalte Regen als Hauptquelle für ihr Trinkwasser; knapp 20% nutzen *on-site* Abwassermanagementsysteme (Diaper 2004: 1). In abgelegenen und stark zersiedelten Regionen, wie dem australischen Hinterland, sind die Bewohner auf dezentrale Systeme und eine äußerst effiziente Wassernutzung angewiesen. Der *Environmental Protection and Heritage Council* überwacht diese Systeme und gibt eine Reihe an Handbüchern und Richtlinien heraus.²⁷ Zudem wurde der **Community Water Planer**²⁸ entwickelt. Mittels dieser Web-basierten Anwendung können kleine Gemeinden oder Gruppen nachbarlicher Zusammenschlüsse ihre Wasserver- und -entsorgung planen und verwalten. Angeleitet durch das Hilfsmittel können sie strukturierte Risikoeinschätzungen vornehmen sowie praktische Verbesserungsmöglichkeiten identifizieren und Strategien zu deren Bewältigung entwickeln.

²⁶ Beispielsweise: <http://water.epa.gov/infrastructure/septic/manuals.cfm> (eingesehen am 15.10.2012)

²⁷ <http://www.nhmrc.gov.au/guidelines/publications/eh34> (eingesehen am 12.10.2012)

²⁸ <http://www.communitywaterplanner.gov.au/> (National Water Quality Management Strategy (NHMRC); National Water Commission) (eingesehen am 11.10.2012)

Fazit

Während in manchen Ländern mit zentral ausgelegten Wasserversorgungen, die Möglichkeit DZW einzusetzen per Gesetz stark eingegrenzt oder sogar verboten wird, sind vor allem angelsächsisch geprägte Länder hier weniger restriktiv. Gründe, die gegen dezentrale Wassersysteme als sinnvolle Alternative sprechen, sind getätigte Investitionen in bestehende zentrale Systeme, eine hohe Bevölkerungsdichte, aber auch ein strenger Gewässerschutz, der zu besonders hohen Kontrollkosten führen kann. In Kontexten, welche geprägt sind von maroden Infrastrukturen, starker Zersiedelung und extremer Wasser- und Ressourcenknappheit, können dezentrale Systeme jedoch durchaus eine Lösung darstellen.

2.2.6 Abwasserentsorgung

Mehr noch als vom Wettbewerb werden Innovationen und Marktentwicklungen bei der Abwasserentsorgung von gesetzlichen Rahmenbedingungen bestimmt und induziert (Kluge, Hansjürgens, Hiesl et al. 2010: 9). Das liegt vor allem daran, dass die Abwasserentsorgung gemeinhin eine staatliche Aufgabe darstellt.

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

In **Europa** gibt es verschiedene Modelle, wie die Abwasserentsorgung verwaltet wird. Insgesamt oszillieren diese in einem Kontinuum zwischen privater und öffentlicher Bereitstellung sowie zwischen dezentraler und zentraler Verantwortlichkeit. In **Deutschland** gibt auf nationaler Ebene das Wasserhaushaltsgesetz den Rahmen vor. Auf Länderebene wird dieses dann in Landeswassergesetze umgesetzt (Schönböck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003: 469). Die praktische Durchführung der Abwasserentsorgung zählt üblicherweise zu den pflichtigen Selbstverwaltungsaufgaben einer Gemeinde. In **Frankreich** ist es ähnlich, jedoch ist der Einfluss der nationalen Gesetzgebung größer als in Deutschland (Schönböck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003: 469). In **Deutschland, Frankreich, Großbritannien** und den **Niederlanden** sind unterschiedliche Organisationsformen der Abwasserentsorgung, insbesondere mit Blick auf die Einbeziehung privater Unternehmen über Konzessionsvergaben oder andere Formen von PPPs gängig (Schönböck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003). Generell ist es üblich, dass bei PPPs die Infrastruktur in öffentlicher Hand bleibt, während deren Nutzung durch einen zeitlich begrenzten Vertrag an (teil)private Unternehmen übertragen wird (Kluge, Hansjürgens, Hiesl et al. 2010: 53).

Großbritannien unternahm bereits 1989 unter Thatcher die materielle Voll-Privatisierung (inklusive Infrastruktur) und Zentralisierung der Wasserver- und Abwasserentsorgung (Schönböck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003: 472; Kluge, Hansjürgens, Hiesl et al. 2010: 53). Dort wurde mittels Konzessionsvergaben an 10 private Unternehmen die Wasserver- und Abwasserentsorgung für 25 Jahre übertragen. Es gibt drei regionale Regulierungsbehörden, die jeweils die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen (inklusive Preissetzung), die Trinkwasserqualität und die Qualität der Fließgewässer überwachen (Schönböck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003: 161f). Die ausgewählten privaten Unternehmen verfügen über Monopolstellungen innerhalb der Gebiete, für die sie zuständig sind. Abgesehen von den großen Anbietern können theoretisch auch kleine Unternehmen ihre Dienste anbieten. Außerdem können Verbraucher Anträge stellen, dass sie von einem Anbieter aus einer anderen Region versorgt werden möchten. Beides kommt jedoch kaum vor (Schönböck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003: 232).

Die **französische** Wasserver- und -entsorgung wird zwar auf kommunaler Ebene verwaltet, jedoch mit starker Einflussnahme durch den Zentralstaat. Diesem Umstand wird die weit vorgeschrittene Privatisierung der Wasserdienstleistungen zugeschrieben. Ein wichtiges Charakteristikum der französischen Kommunalstruktur sind die interkommunalen Zusammenschlüsse zur Bewältigung von öffentlichen Aufgaben. Diese Ausprägung ist auch in

manchen frankophonen Ländern weltweit zu beobachten. Durch unterschiedliche Formen der PPP wurden die drei großen französischen Firmen (Veolia, Suez und SAUR) mit der Wasserver- und -entsorgung von etwa der Hälfte aller französischen Gemeinden beauftragt. Da diese sich vor allem um Aufträge für große Projekte bemühen, werden knapp 80% aller Franzosen durch sie versorgt (Schönbäck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003: 275ff).

Finanzierungs- und Förderprogramme

Generell bezahlen sowohl private Haushalte als auch Unternehmen Abwassergebühren an die (kommunalen) Entsorger in Höhe der anfallenden Kosten für die Entsorgung. Um einen Ausgleich zwischen den verschiedenen öffentlichen Abgaben und Gebühren zu schaffen, gibt es die Möglichkeit der Querfinanzierung, wie sie in **Deutschland** teilweise angewandt wird (Schönbäck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003: 323).

Der Trend geht weltweit dahin, verbrauchsabhängige Gebühren zu erheben. Die **europäische** Richtlinie 2000/60/EG schreibt die Zugrundelegung des Verursacherprinzips zur Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen vor.²⁹ Hierfür ist eine haushaltsbezogene Messung der Wasserentnahme notwendig. In weniger entwickelten Ländern werden meist mengenunabhängige Preise (*flatrates*) bezahlt, beispielsweise in **Indien** (BFAI, DWA und VDMA 2007: 26f).

In **Großbritannien** bezahlen Verbraucher ihre (Ab)wasserabgaben direkt an die privaten Wasserunternehmen. Die Preissetzung der Unternehmen wird durch unabhängige, staatliche Behörden (für England z. B. *the Water Services Regulation Authority (OFWAT)*) streng reguliert. Alle 5 Jahre unternimmt OFWAT eine Prüfung der allgemeinen Kosten, welche bei den Unternehmen anfallen. Basierend auf dieser Rechnung bemisst die Behörde eine Obergrenze für die Verbraucherpreise.³⁰ OFWAT wird durch Beiträge der Versorgungsunternehmen bezahlt, nicht durch Steuergelder (Schönbäck, Oppolzer, Kraemer et al. 2003: 182ff).

In den **USA** wie auch in **Australien** gibt es *Water Quality Trading* Programme (EPA 2011; Keudel 2006). Während die praktische Umsetzung der Systeme in beiden Ländern deutliche Unterschiede aufweist, basieren sie auf denselben Grundsätzen (Keudel 2006: 109ff). In den föderalen Verwaltungsstrukturen werden wassereinzugsgebietsbezogene (*watershed*) Programme aufgesetzt, um Wasserqualitätszertifikate zu handeln. Diese Programme beziehen sich auf einen bestimmten Schadstoff, wie z. B. Salz oder Stickstoff. Ähnlich wie beim Emissionshandel können Abwasserverursacher (Unternehmen, kommunale Abwasserentsorger), welche gesetzliche Grenzen unter- bzw. überschreiten, dementsprechend *permits* (Genehmigungen) untereinander handeln. Ziel ist es, die volkswirtschaftlich kostengünstigste Lösung für die Einhaltung von Wasserqualitätsstandards zu erreichen.

Im Süden **Frankreichs** wurde 2010 der international ausgerichtete *Pôle de compétitivité EAU* gegründet. Diese Art von Exzellenzinitiativen wird vom Staat finanziell unterstützt und anerkannt.³¹ Unter anderem werden Projekte im Bereich Abwasser durchgeführt, wie beispielsweise das Vorhaben *Neophil*. Hier geht es um Membrantechnologien für die Wiederaufbereitung von Abwasser in großen Ballungsgebieten mit Wasserknappheit. Außerdem richtet der *Pôle EAU* das *Forum Hydrogaia – Salon international de l'Eau* aus, welches eine internationale Plattform für Unternehmen, Käufer und Experten bietet. Die starke Stellung französischer Unternehmen auf dem Weltmarkt im Bereich Wasserver- und Abwasserent-

²⁹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:de:PDF> (eingesehen am 16.10.2012)

³⁰ <http://www.ofwat.gov.uk/pricereview/setting/> (eingesehen am 17.10.2012)

³¹ <http://www.industrie.gouv.fr/poles-competitivite/> (eingesehen am 19.10.2012)

sorgung soll mittels des *clusters* gefestigt und weiterentwickelt werden. In dem *Pôle* sind eine Vielzahl an Unternehmen, Forschungseinrichtungen und regionalen Behörden vereint. Unter den 350 Unternehmen befinden sich auch *global player* wie Veolia, Suez und Saur. Insgesamt sind 12 Institute mit rund 750 Forschern involviert (GTAI 2011i; GTAI 2010f; Pôle EAU 2012).

Fazit

Die Abwasserentsorgung ist eine hoheitliche Aufgabe, deren Umsetzung in vielen Ländern jedoch von privaten Unternehmen in unterschiedlichen Formen von PPPs übernommen wird. Eine Privatisierung und damit Auflösung der staatlichen Aufgabe an sich wurde noch nirgends unternommen. Daher spielt der Staat immer eine gewisse Rolle bei der Abwasserentsorgung. International reicht das Spektrum von stark kommunal geprägten Entsorgungsunternehmen, wie etwa in Deutschland, bis hin zu deutlich großflächiger angelegten Organisationsstrukturen, welche von wenigen großen Betreibern geprägt sind, wie in frankophonen Ländern. Finanzierungsmodelle reichen von klassischen Gebühren (mit und ohne Querfinanzierung) über Abwasserpreissysteme privater Entsorger, bis zu Zertifikatehandel für Abwasser-Verursacher.

2.2.7 Alternative Antriebstechnologien

Weltweit haben Regierungen ehrgeizige Ziele hinsichtlich der Anzahl alternativ betriebener Fahrzeuge auf ihren Straßen (IEA 2010: 26) formuliert. Um diese Ziele zu erreichen, bedarf es staatlicher Förderung, da es sich bei den alternativen Antriebstechnologien um neue, teilweise noch kaum marktfähige Technologien handelt. Vor allem Förderprogramme, die die Kunden zu einem Kauf bewegen, sind von großer Bedeutung. Aber auch die nötige Infrastruktur (Ladestationen, Batteriestandards etc.) muss vorhanden und kompatibel für die verschiedenen Modelle sein.

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

Die Bundesregierung hat 2011 mit dem Regierungsprogramm Elektromobilität verschiedene Maßnahmen zur Regulierung und Förderung der Elektromobilität in **Deutschland** beschlossen (NPE 2012: 46). Ein wichtiger Schritt ist die Normung der Batterie- und Ladetechnologie und insbesondere der Ladestecker für Elektroautos (Bundesregierung 2011b: 32). Für die Exportchancen Deutschlands, aber auch für den Absatz auf dem heimischen Markt, ist eine internationale Harmonisierung der Batterie- und Ladetechnologien für Elektrofahrzeuge ein sehr wichtiger Aspekt (Bundesregierung 2011b: 32). **Europäische** Branchenverbände der Automobil-, Zuliefer- und Elektroindustrie haben bereits Bemühungen unternommen, sich auf eine standardisierte Ladetechnologie für Elektrofahrzeuge zu einigen.³² Global (**Europa, Japan, USA**) haben sich jedoch bereits unterschiedliche Ladesysteme herausgebildet, was zu deutlichen Handelshemmnissen führen kann (World Bank 2011: 27). Daher steigt der Druck auf die Politik, hier Entscheidungen herbeizuführen.

Die **kalifornische** Regulierung des Automobilsektors setzt Standards. Im Januar 2012 wurde beschlossen, dass Hersteller eine bestimmte Anzahl emissionsarmer Fahrzeuge vor Ort produzieren und zum Kauf in Kalifornien anbieten müssen.³³ Die Regierung geht davon aus,

³² http://www.acea.be/news/news_detail/press_release_acea_clepa_eurelectric_single_standard_charging_ecvs/ (eingesehen am 27.11.2012)

³³ <http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/2011zevreg/attachb1.pdf> (eingesehen am 21.01.2013)

dass allein durch diese Regel, 1,4 Mio. Elektro-, Hybrid und Brennstoffzellenautos auf die Straßen des Staates gelangen werden. Bis 2025 soll jedes siebte neu registrierte Fahrzeug ein *zero-emission-vehicle* sein.³⁴ Bis 2018 gelten die Vorgaben nur für US-amerikanische und japanische Unternehmen, danach auch für deutsche und koreanische Firmen. Mehrere Bundesstaaten planen eine ähnliche Regulierung einzuführen, darunter New York und New Jersey.³⁵

Finanzierungs- und Förderprogramme

Im Gegensatz zu den relativ wenigen rechtlichen Rahmenbedingungen gibt es eine große Anzahl an finanziellen Förderprogrammen weltweit. Insgesamt teilen sich diese in direkte Subventionen beim Kauf, Steuererleichterungen, Förderung durch die öffentliche Beschaffung und die Freistellung von gewissen Gebühren (Maut, Parkgebühren etc.) auf (Kley, Wietschel und Dallinger 2010: 2). Trotz dieser Fördermittel sind Autos mit alternativer Antriebstechnologie meistens teurer für die Kunden als konventionelle (Kley, Wietschel und Dallinger 2010: 14f).

In den meisten Ländern, in denen verhältnismäßig viele Elektroautos abgesetzt werden (USA, China, Frankreich, Japan), subventioniert der Staat direkt deren Kauf. In den **USA** gibt es bis zu €7.500 Kaufprämie, in **China** sind es bis zu €7.200, in **Frankreich** €5.000 und in **Japan** sogar bis zu €10.000 (NPE 2012: 59). **Deutschland** sieht von direkten monetären Anreizen bisher ab.

Im Zuge des *American Recovery and Reinvestment Act* (2009) hat die **US-amerikanische** Regierung €1,68 Mrd. (\$2,4 Mrd.) zur Unterstützung der Entwicklung von Batterien, Elektrofahrzeugen und der notwendigen Infrastruktur bereitgestellt (World Bank 2011: 22).³⁶ Im Rahmen des bereits 1993 begonnenen *Clean Cities Program* des DOE werden alternative Antriebstechnologien gefördert (inklusive Agrokraftstoffe). Rund 100 solcher *Clean Cities* partizipieren im Programm und erhalten Unterstützung bei der Etablierung der notwendigen Infrastruktur. Außerdem beinhaltet das Programm eine breite Informationskampagne zu alternativen Antriebstechnologien.³⁷ Die Plattform *Alternative Fuel Data Center* des DOEs bietet eine Reihe von Informationen an, mit denen sich potentielle Nutzer dem Thema alternative Antriebe nähern können. Beispielsweise kann man die Gesamtkosten und CO₂-Emissionen verschiedener Fahrzeugtypen mit dem *vehicle cost calculator* ausrechnen und vergleichen.³⁸ Durch den *Energy Policy Act* (1992) und die dazugehörige *Executive Order 13514* (2009) müssen nationale Behörden einen sog. *Strategic Sustainability Performance Plan* formulieren. In diesem müssen sie u.a. festlegen, wie sie die vorgeschriebene jährliche Reduktion von 2% im Bereich Treibstoff (Baseline 2005) erreichen wollen. Der Kauf von Hybrid- und/oder Elektroautos ist hier eine Möglichkeit.³⁹

In **Japan** gibt es verschiedene Initiativen, alternative Antriebstechnologien zu fördern (JAMA 2011: 11). Mit der *Next-Generation Vehicle Strategy* (2010) hat sich die Regierung ehrgeizige Ziele gesetzt. Bis 2020 sollen *next generation vehicles* (*clean diesel, natural gas, electric,*

³⁴ <http://www.greencarcongress.com/2012/01/arb-20120127.html> (eingesehen am 21.01.2013)

³⁵ <http://www.bloomberg.com/news/2012-01-27/california-orders-automakers-to-sell-more-non-polluting-vehicles-in-state.html> (eingesehen am 21.01.2013)

³⁶ http://www1.eere.energy.gov/recovery/pdfs/battery_awardee_list.pdf (eingesehen am 30.11.2012)

³⁷ http://www.afdc.energy.gov/uploads/publication/clean_cities_overview.pdf (eingesehen am 29.11.2012)

³⁸ <http://www.afdc.energy.gov/calculator/> (eingesehen am 29.11.2012)

³⁹ <http://www.afdc.energy.gov/fuels/laws/3270/US> (eingesehen am 30.11.2012)

and hybrid vehicles) 50% bei den Fahrzeugneukäufen ausmachen und insgesamt sollen über 2 Mio. Ladestationen eingerichtet sein (IEEJ 2012: 8; METI 2010: 1). Um diese und andere Ziele zu erreichen, werden 5 Strategien verfolgt: (1) Entwicklung und Verbesserung von Batterien, (2) Ressourcensicherheit, (3) internationale Standardisierung (Batterien, Ladesysteme, *smart grid*), (4) Aufbau der Infrastruktur (privater und öffentlicher Sektor) und (5) Verbesserung der Fahrzeuge unter Einbeziehung der *smart grid* Technologie (METI 2010: 1ff).

Der 2009 verabschiedete *Pacte Automobile* ist das zentrale Programm **Frankreichs** zur Förderung von alternativen Antriebstechnologien. Unter anderem werden die Forschung, Entwicklung und der Bau von Prototypen und Infrastruktur unterstützt. Auch die Flottenumrüstung öffentlicher Stellen spielt eine große Rolle. Branchenkenner zufolge, gilt Frankreich als ein *best practice*-Beispiel für die Umrüstung von behördlichen Fahrzeugflotten (PWC 2010: 61, 74).

China ist bestrebt eine Führungsposition auf dem Gebiet der alternativen Antriebstechnologien einzunehmen. Das *New Energy Vehicles Program* soll für die nächsten Jahre rund €12 Mrd. (100 Mrd. Ren Min Bi) erhalten und gilt als sehr ambitioniert (World Bank 2011: 1, 13, 17). Trotzdem wird der Erfolg des Programms kritisch gesehen, da die notwendige Ladeinfrastruktur noch nicht standardisiert und ausgebaut ist. Letztendlich hängt das Gelingen auch hier davon ab, ob sich genügend Kunden entschließen können, auf alternative Antriebstechnologien umzusteigen (World Bank 2011: 29).

Das *grid-to-vehicle* Konzept schlägt eine Brücke zwischen der Speicherung von erneuerbarer Energie und den Batterien der Elektroautos. Durch die *smart-grid* Technologie kann in stehenden Elektroautos, welche an das Stromnetz angeschlossen sind, überschüssige Energie aus erneuerbaren Ressourcen gespeichert werden. Dieser Strom kann – wenn er nicht zum Antrieb des Fahrzeugs genutzt wird - zu einem späteren Zeitpunkt, wenn der Strombedarf die Produktion übersteigt, ins Stromnetz zurückgespeist werden. Während

Staat Delaware bereits 2009 ein Gesetz diesbezüglich verabschiedet.⁴⁰ Besitzer von Elektroautos können durch Preisunterschiede bei der Stromspeicherung und –entspeicherung Gewinne erzielen.

Fazit

Die Anzahl der Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechnologien ist noch verhältnismäßig gering. Um die in vielen Staaten vorhandenen, ambitionierten Ziele zu erreichen, muss sowohl im technischen, als auch im gesetzlichen Bereich noch viel passieren. Ein Thema von großer Bedeutung ist der internationale Harmonisierungsprozess von Standards bei Batterien und Infrastruktur. Im Bereich der finanziellen Anreize für Konsumenten existieren unterschiedliche Instrumente. International beliebt sind direkte Kaufprämien, in Deutschland gibt es diese jedoch nicht. Die finanzielle Förderung allein wird einen deutlichen Anstieg von alternativ angetriebenen Fahrzeugen auf den Straßen nicht bewirken können. Primärer Kaufanreiz müssen die Leistungen und Vorzüge der Fahrzeuge sein.

⁴⁰

<http://phoenix.state.de.us/LIS/LIS145.NSF/93487d394bc01014882569a4007a4cb7/5ec44e11fb0a0d25852575d00051fd19?OpenDocument> (eingesehen am 27.11.2012)

2.2.8 Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme

Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme umfassen ein breites Feld. Der öffentliche Personennahverkehr, der Schienenverkehr (Nah- und Fernverkehr) generell, effiziente Verkehrsleit- und Ticketsysteme, *Sharing*- und *Contracting*-Modelle sowie Regelwerke und Technologien, welche die Nutzung privater Fahrzeuge in bestimmten Gebieten restringieren, können dazu gezählt werden. Effizienzsteigerungen in der Mobilität, sowohl im individuellen als auch im öffentlichen und gewerblichen Bereich, beinhalten große Umweltentlastungspotentiale. Einerseits sind verbesserte Technologien zur effizienten Gestaltung des Verkehrs, wie etwa die Telematik, von großer Bedeutung. Andererseits nehmen weltweit alternative Nutzungskonzepte, wie das *Car Sharing*, zu. Hierzu sind neben technologischen Innovationen, vor allem gesellschaftliche wichtig. Beispielsweise bedarf es eines Umdenkens bei den Eigentumsverhältnissen, welche für eine schnelle und bequeme Mobilität notwendig sind.

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

Japan wird eine Führungsrolle im Bereich Verkehrstelematik zugesprochen. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass das Thema auf Regierungsebene schon seit den 1990er Jahren großen Zuspruch erfahren hat. Damals wurde vom Bauministerium, dem Innenministerium und der Nationalen Polizeiagentur das *Vehicle Information and Communication System* entwickelt. Autofahrer haben landesweit durch Navigationssysteme Zugriff auf Verkehrsinformationen in Echtzeit. Das *VICS-Centre*, das den Service bereitstellt, agiert als *PPP*. Es ist eine Non-Profit-Organisation, die Unterstützung von den genannten drei Institutionen erhält. Die nötigen Finanzmittel kommen zum größten Teil von Unternehmen, die die Endgeräte für die Verbraucher, wie etwa Navigationsgeräte, produzieren (Ezell 2010: 21).

Deutschland setzt bei der Entwicklung neuer Verkehrstechnik auf die enge Kooperation mit der Wirtschaft. Dazu wurde das Wirtschaftsforum Verkehrstelematik geschaffen, das aus Vertretern aus Politik, Dienstleistern und Industrie besteht. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) kümmert sich um die Rahmenbedingungen, damit neue Technologieentwicklungen in die gewünschte Richtung gehen.⁴¹

Um Verkehrsaufkommen zu reduzieren, wurden in dem EU Projekt OPIUM (1996 – 1998) unterschiedliche Strategien getestet. In verschiedenen europäischen Städten (**Gent, Heidelberg, Liverpool, Utrecht, Nantes**) wurden die Straßen in der Innenstadt enger gemacht, Fahrbahnen für Autos gestrichen, öffentliche in Anwohnerparkplätze umgewandelt und dem öffentlichen Nahverkehr generell Vorrang gegenüber privatem eingeräumt. Gekoppelt an einen Ausbau der öffentlichen Verkehrsmittel, verbesserte Parkleitsysteme und Fahrradwege sollten so die Innenstädte verkehrsberuhigt und smogärmer werden. Die Akzeptanz der Bevölkerung überwog, Autofahrer und Ladenbesitzer in der Innenstadt äußerten sich jedoch teilweise kritisch.⁴²

Moderne Ansätze, welche in eine ähnliche Richtung gehen, sind verschiedene Restriktionssysteme für Fahrzeuge in den Innenstädten. In **Rom** und **London** wurden Restriktionen für den Autoverkehr in der Innenstadt erlassen. Während es in Rom nur Anwohnern und Fahrzeugen mit besonderer Genehmigung erlaubt ist, in den historischen Stadtkern zu fahren, müssen Autofahrer in London pro Tag eine gewisse Gebühr bezahlen. Überwacht wird die Einhaltung der Regeln in beiden Städten mittels eines automatisierten Erkennungssystems

⁴¹ http://www.bmvbs.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/Zukunftstechnologien/Telematik/telematik_node.html (eingesehen am 23.11.12)

⁴² http://www.transport-research.info/web/projects/project_details.cfm?ID=560 (eingesehen am 27.12.12)

(Automatic Number Plate Recognition System), welches mit zahlreichen Kameras arbeitet (CONDUITS 2010: 33f).

Finanzierungs- und Förderprogramme

Um den CO₂-Ausstoß zu reduzieren, setzt die **französische** Verkehrspolitik massiv auf den Ausbau des Schienenverkehrs. Das nationale Programm zur Transportinfrastruktur *Schéma national des infrastructures de transport* ist mit €245 Mrd. ausgestattet, davon entfallen über zwei Drittel auf nachhaltige und wettbewerbsfähige Bahnprojekte. Ziel des Vorhabens ist es, bis 2020 ein Viertel aller Waren über den Schienenverkehr zu transportieren und damit das Verkehrsaufkommen von LKWs und Flugzeugen deutlich zu reduzieren (GTAI 2012d).

Auch **China** will sein Schienennetz weiter ausbauen. Gemäß dem 12. Fünfjahresplan soll das Schnellbahnschienennetz für den Personenverkehr mit einer Länge von 45.000km fertiggestellt werden. Dieses soll alle Städte mit mehr als 500.000 Einwohnern anbinden.⁴³ Im Jahr 2013 will das *Ministry of Railways* laut Medienberichten insgesamt €78,4 Mrd. (\$104,5 Mrd.) ausgeben.⁴⁴ Auch der ÖPNV soll deutlich ausgebaut werden. Bis 2020 sollen €345 Mrd. (\$460 Mrd.) in städtische Metrosysteme investiert werden (GTAI 2012k).

In **Großbritannien** existiert kein spezifisches Finanzierungsprogramm für Verkehrstelematik, doch gibt es eine Reihe von Programmen, aus deren Mitteln auch Verkehrstelematik gefördert werden kann. Darunter fällt das Technologieprogramm der *Highways Agency*, welches dazu genutzt wurde, Verkehrstelematikinfrastruktur und -dienstleistungen aufzubauen. Zudem hat die Regierung einen finanziellen Anreiz geschaffen, um bis 2014 den Großteil der öffentlichen Transportmittel mit *Smart-Ticketing* auszustatten. Eine Erhöhung der Zuschüsse an Busunternehmer ist möglich, wenn Busse mit *Automatic Vehicle Location* und *Smart-Ticketing* ausgestattet werden. Es wurden bereits €22,7 Mio. an Zuschüssen in städtischen Gebieten ausgezahlt, um das *Smart-Ticketing* zu fördern (Miles, McKenzie und Harris 2011: 34).

Dem *Interoperable Fare Management Project* der EU folgend haben sich Unternehmen aus **Großbritannien, Deutschland** und Belgien zusammengeschlossen, um ein *Smart-Ticketing* System auch länderübergreifend einzuführen.⁴⁵

In den **USA** werden zwischen 57 und 89% der Betriebskosten im Busverkehr durch Subventionen gedeckt (Santos, Behrendt und Teytelboym 2010: 52). Um auch den Individualverkehr effizienter zu regeln, gibt es schon seit fast einem Jahrzehnt staatliche Finanzierungsmöglichkeiten für telematikgestützte Verkehrssysteme. Von 1992 bis 2005 haben die USA durchschnittlich €148 Mio. im Jahr in intelligente Verkehrssysteme investiert. Mit diesen Mitteln wurde ein nationales Forschungs- und Entwicklungsprogramm gefördert, in dem die Einsatzfähigkeit neuer Systeme getestet und deren Implementierung vorangetrieben wurde (Miles, McKenzie und Harris 2011: 34).

Ein weiteres Feld der umweltfreundlichen Verkehrssysteme ist der *Car Sharing* – Ansatz. Während *Car Sharing* generell von privaten Unternehmen angeboten wird, gibt es teilweise staatliche Förderungen für Start-ups, so etwa in **Großbritannien** und **Deutschland**. In **Paris** haben Fahrzeuge, welche den durch die lokale Administration formulierten Kriterien des *Car Sharings* entsprechen, Vorteile beim Parken in der Innenstadt (IEE 2010: 13ff). Ein umfangreiches Förderprogramm gibt es in **Italien**. Die *Iniziativa Car Sharing* des Umweltministeri-

⁴³ https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte_did=75552.html?view=renderPdf (eingesehen am 21.01.2013)

⁴⁴ <http://www.chinaeconomicreview.com/china-invest-1045bn-rail-2013> (eingesehen am 21.01.2013)

⁴⁵ Mehr Informationen zum Projekt unter <http://www.ifm-project.eu/about-ifm/?L=0> (eingesehen am 26.11.12)

ums investierte bis 2010 bereits €9 Mio. in die Entwicklung von *Car Sharing* - Modellen in Italien (IEE 2010: 102).

In den **USA** dürfen die sogenannten *High-occupancy vehicle lanes (HOV)* nur von Fahrzeugen befahren werden, die eine bestimmte Mindestanzahl an Mitfahrern haben. In der Regel sind dies 2+ in einigen Fällen auch 3+. Dadurch sollen Anreize geschaffen werden, Verkehrsträger effizienter zu nutzen. Wie genau die Anreize gesetzt werden, ist unterschiedlich. In einigen Bundesstaaten in den USA können die Fahrgemeinschaftsspuren gegen Gebühr auch von allein reisenden Fahrern genutzt werden oder bestimmte energieeffiziente Fahrzeuge sind unabhängig von der Anzahl an Mitfahrern frei zugelassen. Zudem kann gesteuert werden, zu welchen Zeitpunkten die Fahrbahnen als HOV, normale oder Gegenfahrbahn genutzt werden sollen (USDOT 2008).

Fazit

Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme bewegen sich generell zwischen zwei Polen. Zum einen können Verkehrssysteme effizienter und dadurch emissionsärmer gestaltet werden. Hier spielen moderne Telematiknetze oder ausgebaute umweltfreundliche Infrastrukturen, z. B. das Schienennetz, eine große Rolle. Zum anderen kann durch Restriktionen oder Anreizsysteme der Verkehr, vor allem der Individualautoverkehr, verringert werden. Es gilt diese beiden Ansätze zu verbinden, sodass das Verkehrsaufkommen reduziert wird, gleichzeitig aber weiterhin eine schnelle und bequeme Mobilität möglich ist. Eine enge Verzahnung der unterschiedlichen Verkehrsmittel durch die Nutzung moderner Technologie ist gerade angesichts von weltweiten Trends, wie der steigenden Anzahl der Verkehrsteilnehmer, der Urbanisierungstendenz oder der Smogproblematik, sehr wichtig.

2.2.9 Stoffliche Abfallverwertung

Die Entwicklung und Innovationsdynamik des Marktes stoffliche Abfallverwertung wird stark von staatlichen Rahmenbedingungen beeinflusst. Der *push*-Faktor gesetzlicher Regularien ist hier von zentraler Bedeutung. In den letzten Jahren ist durch die steigenden Rohstoffpreise ein *pull*-Effekt hinzugekommen, der mit steigender Tendenz einen noch relativ kleinen Teil der Marktdynamik erklärt.

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

Ein etablierter weltweiter Trend in der **Gesetzgebung** ist der Perspektivenwechsel von einer endlichen Abfallwirtschaft hin zu einer zirkulären Kreislaufwirtschaft. Dies spiegelt sich wider im **deutschen** Kreislaufwirtschaftsgesetz (2012) (BMU 2012b: 113) sowie im **japanischen** *Basic Law for Establishing a Sound Material-Cycle* (2000) (OECD 2010a: 148) oder im **chinesischen** *Circular Economy Law* (2009) (Kooperation International 2010).

Nationale Abfallmanagement- und Kreislaufwirtschaftspläne sind als gängige Instrumente weit verbreitet.⁴⁶ In den **Niederlanden** existiert der *Second National Waste Management Plan*⁴⁷ mit einer Laufzeit von 2009 bis 2021 (ETC/SCP 2012). Ziel dieses Planes ist es, sich selbst abzuschaffen in dem Sinne, dass stattdessen ein „*Material Management Plan*“ folgt. Die Entstehung von Abfall soll also letztendlich gänzlich vermieden werden. Teil des existie-

⁴⁶ Großbritannien: *Waste and Resource Action Programme (WRAP)* (2000) (OECD 2002: 103); Japan: *Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society* (2003) (Rennings et al. 2008: 179)

⁴⁷ <http://www.bipro.de/waste-events/doc/events2010/NL/National%20WMP%20Netherlands%202009-2021.pdf> (eingesehen am 13.09.2012)

renden Plans ist es u.a., die Recyclingraten weiter zu erhöhen und das *Cradle-to-Cradle*-Prinzip bei der Umsetzung des Plans verstärkt zu berücksichtigen.

Die Angleichung von internationalen Standards und Gesetzen gilt als wichtiger Schritt zu einer effizienteren und effektiveren Verwendung von Abfällen. **Europäische** Vorgaben, wie etwa die Richtlinie *Waste of Electrical and Electronic Equipment* geben hier wichtige Impulse. Auch **Japan** drängt auf eine gemeinsame Herangehensweise im Bereich Abfallströme und Recycling im asiatischen Raum. Mit **China** und **Korea** wurde eine entsprechende Übertragbarkeit des japanischen *reuse, recycle, reduce* (3R) - Programms vereinbart, was sich bereits in Chinas 11. Fünfjahresplan widerspiegelte (Rennings, Rammer, Obernhofer et al. 2008: 187) (s.u.).

Eine weitere Tendenz innerhalb der rechtlichen Rahmenbedingungen ist die Verteilung der Verantwortung auf beide Marktseiten (Konsumenten und Hersteller) sowie entlang der Wertschöpfungskette. Die **deutsche** Verpackungsverordnung, welche die Entstehung des Dualen Systems Deutschland nach sich zog („Der grüne Punkt“), kann hier als wegweisende Gesetzgebung angesehen werden. Auch in Schwellenländern werden die Pflichten sowohl der Hersteller als auch der Verbraucher zur stofflichen Abfallverwertung erhöht, wie z. B. in **Brasilien** und **Südafrika** (GTAI 2011d; GTAI 2012i).

Finanzierungs- und Förderprogramme

Finanziert wird die stoffliche Abfallverwertung gemeinhin durch kommunale Gelder. Prinzipien wie das *polluter-pays* oder *user-pays principles*, die in Deutschland üblich sind (siehe Verpackungsordnung), werden in anderen Industrienationen weniger konsequent durchgesetzt (OECD 2012b: 11). Beispielsweise werden in **Japan** nur ca. 13% der Kosten, die für das kommunale Abfallmanagement anfallen, über spezifische Steuern und Abgaben von den Haushalten und Unternehmen zurückgeholt (OECD 2010a: 164).

In **Großbritannien** stellt sich die Lage ähnlich dar. Das Verursacherprinzip wird bei der Übernahme der Kosten kaum berücksichtigt (OECD 2002: 94). Eine Ausnahme bildet hier das *Packaging Waste Recovery Notes (PRN)*-Programme. Dieser marktbasierte Ansatz soll Unternehmen bei der Einhaltung der sich verschärfenden Recyclingquoten der *Producer Responsibility Obligations (Packaging Waste) Regulations* (2007) unterstützen (OECD 2002: 95). Ein Internet-basiertes System handelbarer Zertifikate ermöglicht es Unternehmen, die gesetzlichen Recyclingvorgaben durch den Kauf von Zertifikaten zu erfüllen, auch wenn sie selber nicht im vorgegebenen Maße recyceln (DEFRA 2012).

Das **japanische 3R Programm** basiert auf dem *Basic Law for Establishing a Sound Material-Cycle* aus dem Jahr 2000. Die zentralen Ziele des Programms sind die Reduktion des Abfallaufkommens und die Förderung der Wiedergewinnung von Wertstoffen. Hierfür wurden 3 Arten von Zielvorgaben auf nationaler Ebene definiert: *Resource Productivity*, *Cycle Use Rate* und *Final Disposal Amount*. Um die 3R-Strategie auf regionaler Ebene umzusetzen, wurde das *Eco-town* Programm eingeführt. In einem Auswahlverfahren werden die Städte und Regionen gefördert, welche die erfolversprechendsten Kreislaufwirtschaftskonzepte vorlegen. Im Jahre 2006 waren bereits 26 Städte im Programm involviert. Im Rahmen des *Eco-town* Programms werden auch Forschungsvorhaben und der Aufbau von Clustern im Bereich Recycling gefördert. Ein sich durch alle Maßnahmen des 3R-Programms ziehendes Merkmal ist, dass der Schwerpunkt auf der Förderung liegt, statt auf festgeschriebenen Vorgaben. In diesem Sinne werden ökonomische Anreize gesetzt, um Marktteilnehmer zu einer Handhabung des Abfalls im Sinne einer ganzheitlichen Kreislaufwirtschaft zu bewegen. Das Prinzip der 3Rs wurde von internationalen Organisationen wie der *Asian Development Bank*, OECD und den G8-Staaten aufgenommen. Im Rahmen des G8-Umweltministerrats wurde der *3R Kobe Action Plan* (2008) formuliert, in dem sich die Mitgliedsländer zu Förderung

einer Kreislaufwirtschaft verpflichteten (OECD 2010a: 147 – 168; Rennings, Rammer, Obernhofer et al. 2008: 178 – 191; OECD 2011c).

Fazit

International geht der Trend dahin, Abfall nicht mehr als Wegwerfprodukt anzusehen, sondern als Ressourcenquelle. Somit ist bei der Abfallverwertung ein Wandlungsprozess eingetreten. Während bisher seine Behandlung vor allem einen Kostenpunkt darstellt, wird die Wiederverwendung verschiedener Materialien zu einem immer lukrativeren Geschäft. Das Verursacherprinzip wird daher tendenziell an Bedeutung verlieren, da immer weniger Abfall nicht recycelt werden wird. Der steigende Wert der Ressourcen, macht ab einem bestimmten Punkt das Gebührensystem überflüssig. Dieser Wandel muss sich entsprechend in Modifikationen der rechtlichen Rahmenbedingungen widerspiegeln. Weitere Prozesse, die hier Einfluss nehmen werden, sind eine ausgedehntere Anwendung des *Leasing*-Konzeptes sowie ein spezielles Produktdesign, welches eine deutlich leichtere Recyclbarkeit ermöglicht. Auch hier sind rechtliche Bedingungen noch auszugestalten.

2.2.10 Ökolandbau

In der Landwirtschaft ist es schwierig, die verursachten Umweltverschmutzungen eindeutig zuzuordnen und zu quantifizieren (FAO 2002). Daher lassen sich diese oftmals nicht internalisieren, was zur Folge hat, dass konventionell hergestellte Lebensmittel für den Verbraucher oft billiger sind als biologisch erzeugte. Es sind jedoch Tendenzen zu erkennen, dass Regierungen weltweit versuchen die negativen ökologischen Folgen der Agrarproduktion und des Konsums stärker zu berücksichtigen und Anreize für einen effizienteren Ressourcenverbrauch in der Landwirtschaft zu schaffen (OECD 2012c: 66).

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

Obwohl das Konzept des Ökolandbaus in den Mitgliedsländern der **EU** schon seit gut 80 Jahren existiert, widmeten sich Entscheidungsträger, Konsumenten und Landwirte dem Thema verstärkt erst Mitte der 1980er Jahre als Reaktion auf die von der nachkriegszeitlichen landwirtschaftlichen Entwicklung verursachten Umweltprobleme. 1993 wurde mit der Einführung der *European Economic Committee Council Regulation No. 2092/91* der Ökolandbau erstmals rechtskräftig definiert. Die Regulierung schuf die Grundlage für eine Reihe von weiteren Markt- und Politikinitiativen, die das Wachstum im Ökolandbau in Europa im letzten Jahrzehnt vorangetrieben haben (Stolze und Lampkin 2009: 237). Die Entwicklung des ökologischen Landbaus in Europa lässt sich im Wesentlichen auf zwei Faktoren zurückführen: die Verbrauchernachfrage nach Öko-Produkten und die staatliche Förderung über Flächenprämien und Richtliniendefinition (Stolze und Lampkin 2005: 58).

Bis vor ein paar Jahren stand in Europa noch die produktionsorientierte Förderung im Vordergrund. Als Antwort auf die immer stärker werdende Nachfrage nach Bio-Produkten veröffentlichte die Europäische Kommission 2004 den Aktionsplan für ökologische Landwirtschaft und ökologisch erzeugte Lebensmittel (European Commission (EC) 2004). Mittlerweile haben **Frankreich, Großbritannien und Deutschland** nationale Pläne verabschiedet. Diese nationalen, teils auch regionalen Aktionspläne verfolgen den Zweck, unterschiedliche und teilweise miteinander in Konflikt stehende Politikmaßnahmen in die übergeordneten Ziele zum Ausbau des Ökolandbaus zu integrieren (Stolze und Lampkin 2005: 58f). Die Pläne unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Ziele und Schwerpunkte. Frankreich und Großbritannien fokussieren auf Marktentwicklung und Konsumenteninformationen, während Deutschland zusätzlich die Unterstützung im Bereich der angewandten Forschung priorisiert (EC 2008).

Die Zertifizierung von Bio-Produkten stellt ein wichtiges Marketinginstrument dar, das dem Verbraucher Sicherheit über Herkunft und Qualität des Produktes geben soll. Die Standards

werden in den meisten der hier untersuchten Länder von der Regierung formuliert und überwacht. Eine Ausnahme bilden **Russland** und **Südafrika**, wo die Zertifizierung ausschließlich über nationale oder internationale Unternehmen erfolgt, wie etwa Ecocert oder dem Institut für ethische Zertifizierung, da die Regierung entweder noch keine Standards formuliert hat (Russland) oder diese nie umgesetzt wurden (Südafrika) (Kolchevnikova 2011). Die nationalen Kontrollstellen richten sich hier daher nach internationalen Standards.⁴⁸

Die **brasilianische** Regierung arbeitet an einem Nationalen Plan für Agrarökologie und ökologische Produktion. Darin soll beispielsweise festgelegt werden, dass bis 2014 15% der durch die Regierung gekauften Lebensmittel organisch sein müssen. Besondere Aufmerksamkeit erhalten soziale Aspekte. So soll sichergestellt werden, dass der Zugang zu organischen Produkten für alle möglich ist.⁴⁹ Dies zielt vor allem darauf ab, die für den Verbraucher höheren Kosten im Vergleich zu konventionellen Lebensmitteln zu senken.

Finanzierungs- und Förderprogramme

Die meisten EU-Staaten haben zur Unterstützung des Ökolandbaus Flächenprämien eingeführt. Bezüglich Höhe und Förderungswürdigkeit zeigen sich jedoch nationale Unterschiede (Stolze und Lampkin 2009: 240).

In **Deutschland** beispielsweise regelt das Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe (GAK) die Höhe der Fördersätze. Betriebe, die am Kontrollverfahren nach den EU-Rechtvorschriften teilnehmen, erhalten eine zusätzliche Prämie (BMELV 2012: 13). Ökologisch bewirtschaftete Gewächshausflächen werden in Nordrhein-Westfalen als einzigem Bundesland gefördert (Köpke, Neuhoﬀ und Küpper 2011: 10). Auch die Verarbeitung und Vermarktung von Qualitätsprodukten, zu denen ökologisch erzeugte landwirtschaftliche Produkte zählen, wird im Rahmen der GAK gefördert. Im Zeitraum von 2000 bis 2010 wurden dabei von Bund und Ländern €14,6 Mio. aufgewendet (BMELV 2012: 14).

In den 1990er Jahren lag der Fokus der **US**-Politik bei organischen Produkten auf der Förderung des Marktzugangs und auf der Entwicklung von nationalen Standards. Heutzutage versuchen der Staat und bundesstaatliche Initiativen durch Investitionen in Marktforschung, technische Zusammenarbeit und Datenentwicklung die Bio-Produktion zu erweitern und neue Marktmöglichkeiten zu erschließen. Der US-Kongress hat im Rahmen des *Food, Conservation, and Energy Act* von 2008 ein nationales *cost-share programme* verabschiedet, mit dem Landwirte bei der Zahlung der hohen Zertifizierungskosten unterstützt werden sollen. Das Programm stellt außerdem Mittel bereit, die die Forschung im Bereich Marketing und politische Rahmenbedingungen vorantreiben sollen. Das Gesetz regelt auch neue Maßnahmen für Biobauern in Bezug auf Kredite, Handel und Ernteversicherung.⁵⁰

Um dem Trend hin zu größeren Betrieben im Bio-Landbau entgegenzuwirken, setzen einige Länder, darunter **Indien**, **Brasilien** und die **USA** auf *Participatory Guarantee Systems* (PGS). Ziel dieser Systeme ist es, kleinere Landwirte, für die die Zertifizierungskosten oft zu hoch sind, dabei zu fördern, ihre Produkte auf lokalen Märkten anzubieten. In Brasilien regelt das Gesetz 1088 (2003) die Rahmenbedingungen für die Regulierung von Bio-Produkten. Das Gesetz besagt, dass für den Verkauf von Waren als Bio-Produkt Zertifizierungen optional sind, wenn die Landwirte bei den zuständigen Kontrollbehörden registriert sind, eine

⁴⁸ <http://www.oekoregelungen.de/land.php?id=333> (eingesehen am 29.11.12)

⁴⁹ <http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-05-18/governo-quer-incentivar-producao-e-consumo-de-produtos-organicos-no-pais> (eingesehen am 15.11.12)

⁵⁰ <http://www.ers.usda.gov/topics/natural-resources-environment/organic-agriculture/organic-policy.aspx> (eingesehen am 15.11.12)

Rückverfolgung der Produktion für die Konsumenten möglich ist und Inspektionsbetriebe jederzeit Zugang zum Betriebe haben. Das Dekret 6323 (2007) legt fest, dass nicht zertifizierte Bio-Produkte als solche durch einen Aufdruck erkennbar sein sollen (IFOAM 2008: 6).

Fazit

Bisher liegt der Schwerpunkt bei den Rahmenbedingungen auf der Zertifizierung von ökologisch produzierten Agrarprodukten. Des Weiteren werden der Marktzugang sowie die Verbreitung von ökologisch produzierten Produkten gefördert. Außerdem erhalten Bauern Unterstützung, die ihre Anbauflächen ökologisch bewirtschaften. Ferner findet der ökologische Landbau Berücksichtigung in Form von nationalen und regionalen Aktionsplänen.

2.2.11 Sustainable Finance

Während in Folge der Finanzkrise, stärkere Regulierungen des Finanzwesens intensiv diskutiert und entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden, ist der Bereich des *SRI* (Socially Responsible Investment) noch wenig reguliert. Als Politikfeld ist *SRI* noch sehr jung und Rahmenbedingungen sind hier wenig ausgereift und erprobt. Um Investoren für nachhaltige Geldanlagen zu gewinnen, setzen die betrachteten Staaten auf informative Instrumente, welche auf eine Bewusstseinsbildung abzielen. Nur sehr vereinzelt kommen auch andere Instrumente zum Zuge. Bislang tendieren die meisten *SRI*-Regelungen dazu, Investoren letztlich nach eigenem Ermessen entscheiden zu lassen (Preu und Richardson 2011: 870f).

Rechtliche und regulative Rahmenbedingungen

Der *SRI*-Markt in **Deutschland** ist nur sehr schwach reguliert. Gesetzliche Regelungen bestehen im Wesentlichen aus Informationspflichten. Dies betrifft nach dem Versicherungsaufsichtsgesetz (VAG) und dem Altersvorsorgeverträge-Zertifizierungsgesetz die Anbieter von Altersvorsorge-Produkten. Diese müssen ihre Kunden schriftlich darüber informieren, ob und wie ethische, soziale und ökologische Kriterien bei der Verwendung der eingezahlten Beiträge verwendet werden (Scharlau 2009: 116).

Das erste Land, welches diese Art von Regelung einführte und damit wesentlich zum Wachstum des dortigen *SRI*-Marktes beitrug, war **Großbritannien** (Kahlenborn und Klumb 2000; Renneboog, Horst und Zhang 2008: 1726). Dort muss seit 2000 von den verantwortlichen Finanzinstitutionen über die ethische, soziale und ökologische Verwendung der Gelder sämtlicher Pensionsfonds informiert werden (Puaschunder 2011: 13). In Großbritannien wie auch in Deutschland müssen die Finanzinstitutionen dieser Berichtspflicht nachkommen, sind aber gesetzlich nicht dazu verpflichtet, eine entsprechende Nachhaltigkeitsstrategie auch wirklich anzuwenden. In Großbritannien sind mit dem *Trustee Act* lediglich die Stiftungen gesetzlich dazu verpflichtet, dass ihre Investitionstätigkeiten mit ihren Grundsätzen übereinstimmen.

Die **USA** verlangen von Investmentfonds die Offenlegung von Stimmrechten der Aktionäre und Ergebnisprotokollen der Stimmrechtausübung (Preu und Richardson 2011: 871). Kreditgeber können zudem potentiell haftbar gemacht werden im Falle eintretender Umweltverschmutzungen, die auf die Kreditnehmer zurückzuführen sind (*Compensation and Liability Act*, 1980, -Pub. L. No. 96-510; geändert 1996).

In den **Niederlanden** steht eine gesetzliche Regelung aus, die Investitionen in Streumunition verbieten wird. Damit folgen die Niederlande den Beispielen Belgien, Irland, Luxemburg,

Neuseeland und Italien, die über ein solches Gesetz bereits verfügen. In **Deutschland** lehnte der Bundestag im März 2012 einen entsprechenden Antrag ab.⁵¹

Frankreich ist das erste Land, das börsennotierte Gesellschaften, darunter auch zahlreiche Finanzinstitute, gesetzlich dazu verpflichtete, ethische, soziale und ökologische Aktivitäten in ihren Jahresberichten zu veröffentlichen (Renneboog, Horst und Zhang 2008: 1728). Ab 2012 wird das Gesetz (*Loi Grenelle II*) stufenweise auch auf Gesellschaften ausgeweitet, die einen bestimmten Jahresumsatz überschreiten (BSR 2012).

Einer der größten Staatsfonds der Welt, der **norwegische** Pensionsfonds, unterliegt seit 2004 ethischen Grundsätzen, welche Investitionen in bspw. die Tabakherstellung oder in Firmen, welche schwere ökologische Schäden verursachen, untersagt.⁵² Das Finanzministerium, bei dem die Verantwortung für den Fonds liegt, hat einen *Council on Ethics* gegründet, der Empfehlungen gibt, welche Unternehmen aus dem Investitionsspektrum ausgeschlossen werden sollen.⁵³ Das Ministerium kann sich über diese Empfehlungen hinwegsetzen, muss sie jedoch veröffentlichen. Auf der aktuellen Liste der exkludierten Firmen stehen u.a. Lockheed Martin Corp., EADS, Boeing, Philip Morris, Wal-Mart Stores Inc. und Rio Tinto.⁵⁴

Von den BRICS-Staaten sind **Südafrika** und **Brasilien** im Hinblick auf SRI die fortschrittlichsten Länder. In Südafrika wurde Mitte 2011 der *Code for Responsible Investing in South Africa* verabschiedet, um Investoren dazu anzuregen, in ihren Investmententscheidungen ESG-Kriterien zu berücksichtigen. Der Kodex richtet sich an institutionelle Investoren wie Pensionskassen und Versicherungsgesellschaften sowie an ihre Dienstleister wie Fondsmanager und Finanzberater (oekom research 2012: 13). Der Kodex wird als innovativ bezeichnet, da er sehr umfassend ist und die Zustimmung verschiedener Stakeholder, darunter auch die der *Association for Savings and Investment South Africa*, genießt. Das südafrikanische Finanzministerium hat angekündigt, weitere Maßnahmen einzuleiten, sollte der Kodex nicht den gewünschten Erfolg bringen (WWF 2011: 6). In Brasilien hat die Börse BM&FBOVESPA alle börsennotierten Unternehmen des Landes, darunter auch zahlreiche Finanzinstitute, aufgefordert, einen Nachhaltigkeitsbericht zu veröffentlichen, beziehungsweise Stellung zu beziehen, warum sie dies nicht tun (oekom research 2012: 13). Während der diesjährigen UN-Konferenz für nachhaltige Entwicklung in Rio de Janeiro verkündete BM&FBOVESPA, dass bislang 45% der Unternehmen dem Aufruf gefolgt seien.⁵⁵

Finanzierungs- und Förderprogramme

Informationsaktivitäten wie beispielsweise Konferenzen, Seminare oder auch Lehrgänge richten sich primär an Experten, darunter vorwiegend Vermögensverwalter. Der kostenlose Online-Kurs zum Thema "*Green and Ethical Investment*" von *UK Social Investment Forum*, beispielsweise, der vom **britischen** *Department of Environment, Food and Rural Affairs* unterstützt wird, richtet sich an Finanzberater. Er umfasst eine Prüfung nach Abschluss, nach welchem der Berater ein Zertifikat und Zugang zu weiteren Informationen erhält (Knopf, Kahlenborn, Hajduk et al. 2010: 53).

⁵¹ <http://www.ag-friedensforschung.de/themen/Streubomben/bank3.html> (eingesehen am 26.12.12)

⁵² http://www.regjeringen.no/en/sub/styrer-rad-utvalg/ethics_council/ethical-guidelines.html?id=425277 (eingesehen am 15.01.2013)

⁵³ http://www.regjeringen.no/en/sub/styrer-rad-utvalg/ethics_council.html?id=434879 (eingesehen am 15.01.2013)

⁵⁴ <http://www.regjeringen.no/en/dep/fin/Selected-topics/the-government-pension-fund/responsible-investments/companies-excluded-from-the-investment-u.html?id=447122> (eingesehen am 15.01.2013)

⁵⁵ <http://www.bmfbovespa.com.br/empresas/pages/BMFBOVESPA-divulga-primeiros-resultados-do-Relate-ou-Explique-2012-06-18.asp?noticialD=107&canalID=1&Titulo=Relate%20ou%20Explique:%20Resultados> (eingesehen am 05.11.12)

Durch öffentliche Aktionen versuchen mehrere Länder ihre Bevölkerung für das Thema *Sustainable Finance* zu sensibilisieren. So hat das BMU in 2010 in Kooperation mit Banken, Sparkassen und Versicherungen in **Deutschland** die nationale Aktionswoche „Klima und Finanzen“⁵⁶ ins Leben gerufen. **Großbritannien** veranstaltete im Oktober 2012 schon zum fünften Mal erfolgreich die „UK National Ethical Investment Week“⁵⁷ und auch in **Frankreich** wurden mit über 60 Veranstaltungen im ganzen Land zum dritten Mal die „Französische SRI-Woche“⁵⁸ abgehalten.

Klassische Finanzierungsinstrumente für Förderungen im Umweltbereich wurden in **Deutschland** mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und in den **Niederlanden** mit dem *Green Savings and Investment Plan* schon zu Beginn der 90er Jahre geschaffen. So werden Investitionen in erneuerbare Energien (beide Länder) und Ökolandbau (Niederlande) durch Steuererleichterungen gefördert (Renneboog, Horst und Zhang 2008: 1727).

Mit der Gründung der staatlichen Grünen Investment Bank in **Großbritannien** – als ein Element des 2010 eingeführten Energiegesetzes *Energy Bill* – sollen Investitionen in kohlenstoffarme Projekte gefördert werden. Die Bank ist mit €2 Mrd. Eigenkapital ausgestattet, bestehend jeweils zu Hälfte aus dem Verkauf von Vermögenswerten und privaten Investitionen.

Seit Mai 2008 sorgt das europäische *Transparenzlogo für nachhaltige Publikumsfonds* für mehr Transparenz im nachhaltigen Anlagemarkt. Eurosif ist für die übergeordnete Koordination des Projekts verantwortlich. Vergeben wird es an die Unterzeichner des Europäischen Transparenz Kodex für Nachhaltigkeit. Ziel ist es, Anlegern die Möglichkeit zu geben, sich schnell und gezielt über nachhaltige Anlagestrategien eines Investmentfonds zu informieren. Das Transparenzlogo setzt ganz bewusst keine ethischen Standards, um so das vielfältige Spektrum an nachhaltigen Geldanlagen zu erhalten. Bescheinigt wird allein die Transparenz, über die ein Investmentfonds verfügt, damit ein Anleger sich selbst ein umfassendes Bild im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Anlage machen kann.⁵⁹

Fazit

Verpflichtende Transparenzregelungen greifen immer mehr um sich. In verschiedener Ausgestaltung existieren sie bereits in diversen Ländern. Allerdings können diese Regelungen ihre Wirkung nur dann entfalten, wenn die Anbieter die Regelungen konsequent anwenden und die Verbraucher sich entsprechend Zeit nehmen, um sich zu informieren. Eine Möglichkeit hier einzugreifen, wäre die Schaffung einer verständlichen Zertifizierung, damit Verbraucher sich schneller Orientierung verschaffen können. Vorgaben bei der Kapitalanlage durch staatliche oder staatsnahe Fonds können künftig verstärkt Platz greifen. Dies hätte ggf. eine Signalwirkung für die Finanzmärkte. Die Regelungen zur Streumunion zeigen auch, dass verpflichtende Einschränkungen im Bereich Kapitalanlagen denkbar und zudem „systemkonform“ sind.

2.2.12 Fazit

Eine zeitnahe Transformation in Richtung einer Green Economy erfordert aktive Eingriffe und eine kontinuierliche Begleitung durch den Staat. Staatliche Rahmenbedingungen müssen fortwährend in Richtung einer entsprechenden Entwicklung gehen. Die hierfür formulierten

⁵⁶ <http://www.klima-und-finanzen.de/> (eingesehen am 05.11.12)

⁵⁷ <http://www.neiw.org/> (eingesehen am 05.11.12)

⁵⁸ <http://www.semaine-isr.fr/> (eingesehen am 05.11.12)

⁵⁹ <http://www.forum-ng.org/de/transparenz/transparenzlogo.html> (eingesehen am 26.12.12)

Visionen, Ziele und Maßnahmen der Regierung sollten für alle Marktteilnehmer, aber auch für die breite Gesellschaft ersichtlich, verständlich und akzeptabel sein.

Das Kapitel zeigt vielfältige Bemühungen in den untersuchten Ländern, nachhaltige Technologien zu fördern und zu verbreiten. In einzelnen Bereichen steht die Entwicklung der Rahmenbedingungen noch eher am Anfang. Hier ist oft erst noch eine Bewusstseinsbildung erforderlich. In anderen Bereichen sind schon starke Eingriffe bis hin zu verpflichtenden Regelungen durchgesetzt, die auch die Freiheiten der Marktteilnehmer deutlicher einschränken und Wege hin zur Green Economy klar vorgeben.

Die Beispiele zeigen, dass Deutschland keineswegs alleine dasteht, weitreichende Rahmenbedingungen zu schaffen, und dass es nicht das einzige Vorreiterland ist. Die untersuchten Länder setzen eine Bandbreite an Ansätzen und Instrumenten um und sind hierbei teilweise durchaus weiter als Deutschland. Deutschland befindet sich hier nicht nur in einem wirtschaftlichen Wettbewerb, sondern auch in einem Regelungswettbewerb. Die erörterten Beispiele belegen, dass Deutschland hier durchaus von Initiativen aus dem Ausland lernen kann und Transferpotential und –bedarf besteht.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass das Land, welches seine Industrie mit Hilfe adäquater staatlicher Rahmenbedingungen rechtzeitig in Richtung Green Economy steuert und dirigiert, hinterher auch wirtschaftlich besser aufgestellt sein wird. Insofern ist es von großer Bedeutung, andere Länder zu beobachten im Hinblick darauf, wo man auch regelungstechnisch Ideen aufgreifen kann und wo sich international neue Entwicklungen abzeichnen.

Die Kapitel zeigt ferner, dass staatliche Regelungsansätze und Förderinitiativen für eine Green Economy zumeist noch nicht sehr tief gestaffelt sind: Die Entwicklung hin zur Green Economy wird nur in wenigen Fällen mit hoher Durchsetzungskraft und mächtigem, eng verzahnten Instrumentarium verfolgt. Ein Prozess wie die Energiewende in Deutschland ragt dahingehend klar heraus. Hier finden stärkere Regulierungseingriffe statt, ein umfassendes und eng verzahntes Instrumentarium (einschließlich einer vielschichtigen Forschungsförderung) wird eingesetzt und die gesamte Entwicklung wird intensiv und in ihrer Tragweite laufend evaluiert. Zudem wird jetzt schon konzeptionell durchdacht, was die Einführung von 100% Erneuerbaren letztendlich für Implikationen für die gesamte Energiestruktur und darüber hinaus haben wird. In anderen Bereichen der Green Economy sind solche umfangreichen und tief gestaffelten Prozesse noch nicht angestoßen worden, weder mit dem Nachdruck noch mit der gleichen Systematik. Wenn eine Green Economy in absehbarer Zeit erreicht werden soll, wird es notwendig sein, auch in anderen zentralen Feldern entsprechende Strukturen und Prozesse aufzubauen. Deutschland kann hier künftig sicher auch einiges Know-how für andere Länder bereitstellen.

Insgesamt ist die Wegerichtung gleichwohl klar und die Ausführungen zeigen, dass mittels vielfältiger Ansätze die globalen Rahmenbedingungen zunehmend in Richtung Green Economy ausgerichtet werden. Für die Märkte bedeutet dies, dass sie mit anhaltend positivem Marktumfeld rechnen können, auch wenn die Entwicklungen in den einzelnen Ländern immer wieder in unterschiedlichem Ausmaß gefördert werden und daher auch nicht vollkommen kontinuierlich verlaufen werden.

2.3 Schlüsselinnovationen für die Green Economy

2.3.1 Hintergrund

Schlüsselinnovationen kommt für die künftige Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft eine bedeutende Rolle zu. Sie eröffnen neue Technologiepfade und ermöglichen Basisinnovationen in vielfältigen Anwendungsbereichen. Die Förderung von Schlüsseltechnologien ist ein zentraler Bestandteil sowohl in der deutschen High-Tech-Strategie als auch in der europäischen Forschungspolitik. Auch für die Transformation zu einer Green Economy spielen Schlüsseltechnologien eine maßgebliche Rolle. Im Konzept der Green Economy kommt zum Ausdruck, dass es in allen Wirtschaftsbereichen zu Fortschritten und Innovationen in Richtung einer umwelt-, klima- und ressourcenschonenden Wirtschaftsweise kommen muss. Hierbei kommt umwelt- und ressourcenschonenden Technologien für die Green Economy eine wichtige Bedeutung zu.

Umwelttechnologien sind in verschiedenen Umwelt- und Forschungsprogrammen der Bundesregierung bereits ein fester Bestandteil. Hierzu gehört u.a. der Masterplan Umwelttechnologien (BMU und BMBF 2008) mit seinem Schwerpunkt auf Wassertechnologien, Technologien für Rohstoffproduktivität und Klimaschutztechnologien, die High-Tech-Strategie mit der besonderen Schwerpunktsetzung auf den Klimaschutz und auch das FONA mit den Schwerpunkten „Nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcen“ sowie „Klima und Energie“.

Sowohl die Konzentration auf Schlüsselinnovationen als auch die gezielte Ausrichtung an umwelt-, klima- und ressourcenschonenden Technologien sind also bereits maßgebliche Eckpunkte der deutschen Innovations- und Forschungspolitik. Die Frage, inwiefern der Ansatz der Schlüsseltechnologien mit dem Fokus auf umwelt- und ressourcenschonende Technologien verknüpft werden kann bzw. welche Schlüsseltechnologien ein besonderes Markt-, Innovations- und Umweltpotenzial haben, gerät nun mit der Green Economy verstärkt in den Blick.

2.3.2 Betrachtungsgegenstand und Zielsetzung

Die Identifikation relevanter Schlüsseltechnologien für die Green Economy sollte bewusst über die bisherigen Klassifikationen, Strukturen und Programme des BMBF hinausgehen und neue Handlungsfelder und -ansätze aufzeigen. Außerdem sollte sich die Identifizierung und Auswahl nicht allein auf Technologien und damit verbundene Produkte beschränken, sondern auch andere innovative Nachhaltigkeitslösungen wie z. B. innovative Dienstleistungskonzepte oder kombinierte Produkt-Service-Systeme (z. B. Leasing-, Sharing-, Contracting-Modelle) einbeziehen. Insofern geht es im Folgenden sowie in den weiteren Analyseschritten nicht allein um „Schlüsseltechnologien“, sondern umfassender um „Schlüsselösungen“ bzw. „Schlüsselinnovationen“ für eine „Green Economy“.

Die Betrachtung von Schlüsselinnovationen soll auf Technologien und marktgängige Güter (Produkte, Dienstleistungen, Produkt-Service-Kombination) konzentriert werden. Innovative staatliche Rahmensetzungen und Politikinstrumente sind nicht Gegenstand dieses Kapitels.

Ziel des Kapitels ist es, rund 100 innovative Technologien und Lösungen zu identifizieren und zu analysieren, die für die Transformation zu einer Green Economy eine wesentliche Rolle spielen können und aus diesen rund 30 auszuwählen, die als Schlüsselinnovationen für eine Green Economy eingestuft werden können. Weiterhin ist es Ziel, aus den 30 Schlüsselinnovationen für eine Green Economy zehn Fälle auszuwählen, die nachfolgend stellver-

tre tend für den größeren Pool an innovativen Lösungen vertiefend auf Treiber und Hemmnisse untersucht werden.

2.3.3 Vorgehensweise und Kriterien für Suche, Analyse und Auswahl innovativer Lösungen

Bei der Identifizierung und Auswahl von Schlüsselinnovationen der “Green Economy” wurde einem “Trichtermodell” gefolgt:⁶⁰

Schritt 1 (Suche): Auf Basis einer Literaturschau wurde zunächst eine relativ große Anzahl (über 100) innovativer Technologien und Lösungen identifiziert, die für “grüne” Zukunftsmärkte und die Zielsetzungen einer Green Economy eine hohe Relevanz haben. Dafür wurden fünf besonders relevante Suchfelder einer Green Economy ausgewählt. Die Suche nach potentiell relevanten Technologien und Nachhaltigkeitslösungen bezog sich zum einen auf die drei Bedarfsfelder Ernährung, Wohnen und Mobilität, die aufgrund ihrer hohen Bedeutung für den Energie- und Ressourcenverbrauch einen zentralen Bezugspunkt für die Identifizierung innovativer Lösungen darstellen. Mit Blick auf die Bedeutung der Energiewende für die Transformation zu einer Green Economy und die Tatsache, dass viele innovative Energielösungen nicht einem einzelnen Bedarfsfeld zugeordnet werden können, wurde außerdem das Suchfeld “Bedarfsfeldübergreifende Energielösungen” festgelegt. Wie bisherige Untersuchungen zur Green Economy zeigen (vgl. UNEP 2011) kommt neben technischen und produktbezogenen Lösungen auch Dienstleistungen eine zentrale Rolle bei der Transformation zu. Als fünftes Suchfeld wurden daher “Green Services” ausgewählt.

Schritt 2 (Analyse): Bei der Recherche in den fünf Suchfeldern wurden insgesamt 110 innovative Technologien und Lösungen identifiziert (vgl. Anhang II) und anhand von neun Kriterien analysiert: (1.) Innovationspotenzial, (2.) Phase, (3.) Anwendungsbreite, (4.) Relevanz für welche Länder, (5.) Beitrag zu welchen Zielen der Green Economy, (6.) Relevanz für welche Sektoren, (7.) Relevanz für welche Bedarfsfelder, (8.) Marktpotenzial sowie (9.) Forschungsbedarf. Die Analyse ist im Anhang dokumentiert (vgl. Anhang III).

Schritt 3 (Bewertung und Auswahl von Schlüsselinnovationen): Die 110 analysierten innovativen Lösungen lassen sich als “Kandidaten” für die Auswahl von Schlüsselinnovationen der Green Economy verstehen. Experteninterviews, eigene Primärerhebungen oder Dialogveranstaltungen zur Bewertung und Auswahl relevanter Schlüsselinnovationen der Green Economy waren aufgrund der zeitlichen Rahmenbedingungen in diesem Arbeitsschritt nicht vorgesehen. Die Bewertung erfolgte daher mit Hilfe eines systematischen Prozesses (vgl. Anhang I) innerhalb des Forschungsteams. Dabei wurden die 110 “Kandidaten” anhand der folgenden vier Auswahlkriterien bewertet: (1.) Innovationspotenzial, (2.) Systemrelevanz, (3.) Marktpotenzial sowie (4.) Forschungsbedarf. Mit Hilfe dieser Vorgehensweise und Kriterien wurden aus der Gruppe der 110 identifizierten „Kandidaten“ 32 ausgewählt, die eine Schlüsselrolle bei der Transformation zu einer Green Economy in den jeweiligen Bedarfs- und Umsetzungsfeldern spielen können. Die Bewertung und Auswahl erfolgte innerhalb der jeweiligen Bedarfs- und Umsetzungsfelder. Dabei wurden für jedes der fünf Felder sechs oder sieben Schlüsselinnovationen ausgewählt.

Schritt 4 (Auswahl von 10 Fällen für vertiefende Analyse): Aus dem Pool von 32 Schlüsselinnovationen für eine Green Economy wurden in Schritt 4 zehn Fälle ausgewählt, die

⁶⁰ Eine detaillierte Beschreibung der Methodik zur Suche, Analyse und Auswahl innovativer Lösungen für die Green Economy befindet sich im Anhang (vgl. Anhang I).

nachfolgend stellvertretend für den größeren Pool an innovativen Lösungen vertiefend auf Treiber und Hemmnisse untersucht werden.

2.3.4 Strukturierung der Bedarfs- und Suchfelder

Für die Suche, Identifizierung und Auswahl von Schlüsselinnovationen für die Transformation zu einer Green Economy, war es notwendig, die breiten Bedarfsfelder Ernährung, Wohnen und Mobilität sowie die bedarfsfeldübergreifenden Suchfelder Energielösungen und Green Services zu strukturieren. Die Strukturierung wird im Folgenden erläutert.

Bedarfsfeld Ernährung

Das Bedarfsfeld Ernährung erstreckt sich von der Pflanzen- und Tierzucht über die Produktion von Landmaschinen, Dünger und Pflanzenschutzmitteln, die Landwirtschaft selbst, die Nahrungsmittelproduktion und den Lebensmittelhandel bis in die Haushalte und bis zur Frage der Rückgewinnung der letztlich in den Abwassersystemen abtransportierten Nährstoffe. Bei der Suche nach Schlüsselinnovationen in der Wertschöpfungskette Ernährung sind sowohl der Klimaschutz als auch die Anpassung an die Folgen des Klimawandels zentral. Sie sind aber nicht die einzigen Green Economy-Ziele, die es zu beachten gilt. Bei der Beschäftigung mit den Wertschöpfungsketten in diesem Bedarfsfeld ist zu beachten, dass die Tragkapazitäten der Erde in den Problemfeldern „Biodiversität“ und „Stickstoffkreislauf“ noch weit stärker überbeansprucht werden als beim Treibhauseffekt (Rockström, Steffen, Noone et al. 2009, 472). Weiter ist der Phosphorkreislauf – hinter dem Klimawandel – das Umweltproblem, welches quasi an vierter Stelle steht (a.a.O.). Und auch die Erhaltung fruchtbarer Ackerböden ist fundamental. Aus dieser Priorisierung ergibt sich sowohl für die Suche wie auch bei der Bewertung ein Imperativ: Es müssen Schlüsselinnovationen gefunden werden, die wesentliche Beiträge zur Erhaltung der Biodiversität leisten, die den Stickstoffüberschuss reduzieren und den Phosphorkreislauf schließen und die zur langfristigen Erhaltung fruchtbarer Ackerböden beitragen.

Die Suche nach Schlüsselinnovationen fußte damit nicht nur auf übergreifenden Studien zu innovativen Umwelttechnologien und innovativen Nachhaltigkeitslösungen, sondern wurde ergänzt durch einschlägige Studien und Berichte zur Stickstoffproblematik (UBA 2011), zu Phosphor (PRIW 2009), zur Biodiversität (BMU 2007; IÖW, Öko-Institut, Schweisfurth-Stiftung et al. 2004) sowie zu Fragen des Bodenschutzes (BMU 2009c).

Ein weiterer Fokus liegt auf wirkungsmächtigen Innovationen. Hierzu kann z. B. der Ökolandbau gezählt werden, der neben Wirkungen im direkten Stoffstromkontext auch zu einer besseren Kreislaufwirtschaft, zur Biodiversität und zum Bodenschutz beiträgt. Die untersuchten Innovationen berücksichtigen zudem Lösungen, die aufgrund ihrer Finanzierbarkeit, Wartungsintensität oder auch Komplexität vornehmlich für den heimischen Markt bzw. die Märkte der Industrieländer geeignet sind, als auch solche, die aufgrund ihres Einsatzfeldes oder ihres geringeren Finanzierungsbedarfs eher auf die Märkte von Schwellen- und Entwicklungsländern abzielen und somit als Exportgüter geeignet sind.

Mit Blick auf die vielfältigen Problemfelder, die durch die Nahrungsmittelproduktion beeinflusst werden, und die unterschiedlichen Märkte, die von Bedeutung sind, werden im Bedarfsfeld Ernährung folgende Felder innovativer Lösungen bzw. Stufen der Wertschöpfungskette betrachtet:

- verschiedene Innovationen rund um die Pflanzenzucht und neue Nahrungsquellen,
- die Entsalzung von Meer- und Brauchwasser,
- Konzepte des Landbaus sowie Landmaschinen für schonende Bodenbearbeitung,

- neue Biogastechnologien, die zusätzliche Rohstoffe für die effiziente Umwandlung in Energie erschließen,
- Innovationen zur Erhöhung der Effizienz und Vielfalt in der Lebensmittelproduktion einschließlich regionaler Vermarktungsstrategien,
- effiziente Haushaltsführung sowie letztlich Abwassertechnologien, mit denen wesentliche Nährstoffe zurückgewonnen und wieder in der Landwirtschaft eingesetzt werden können.

Kein expliziter Schwerpunkt wird auf die Bio- und Gentechnologie gelegt, deren Beitrag zur Lösung der Herausforderungen der Green Economy teilweise mit gesellschaftlich sehr umstrittenen Risiken verknüpft ist. Ebenfalls ausgeklammert wird die Tierzucht, deren grundlegende Bedeutung für die Green Economy allerdings an dieser Stelle dennoch betont wird. Nur am Beispiel des Rahmenkonzeptes „Precision Agriculture“ werden vielfältige Innovationen zur Informationstechnologie (IT)-unterstützten Landbau behandelt.

Bedarfsfeld Wohnen

Im Bedarfsfeld Wohnen werden Innovationen betrachtet, die entlang des Lebenszyklus einen deutlichen Beitrag zu Energie- und Ressourceneffizienz leisten können. Dazu zählen in den Industrieländern neben Baumaterialien und Bautechniken insbesondere Maßnahmen, die auf eine Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudebestand abzielen. Diese Fokussierung ist sinnvoll, da das Bedarfsfeld Wohnen mit einem erheblichen Anteil zum Gesamtenergieverbrauch in Deutschland beiträgt (vgl. UGR 2011). Innovationen in diesem Bereich sind daher besonders geeignet, die umwelt- und energiepolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung (Energiekonzept und Energiewende) zur Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudebestand zu unterstützen und einen wichtigen Beitrag zur Green Economy zu leisten.

Wie die identifizierten Lösungen verdeutlichen, sind die Innovationen in diesem Bereich nicht nur im Bereich der Technik- und Produktentwicklung, sondern vor allem auch in der Weiterentwicklung von Produkten zu Produkt-Service-Systemen zu suchen. Obwohl einzelne Techniken und Produkte (z. B. Energiemanagementsysteme) bereits seit längerer Zeit verfügbar sind, konnten sie sich jenseits von Nischenanwendungen noch nicht auf dem Massenmarkt durchsetzen. In Verbindung mit entsprechenden Produkt-Service-Systemen und den zu schaffenden politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen könnte dies jedoch zukünftig gelingen. Unter den untersuchten Innovationen sind sowohl solche, die derzeit hauptsächlich für den deutschen Markt von Relevanz sind, als auch welche, die aufgrund ihres Einsatzfeldes oder ihres geringeren Finanzierungsbedarfs für die Märkte von Schwellen- und Entwicklungsländern interessant sind.

Den Schwerpunktsetzungen des Energieverbrauchs und der unterschiedlichen Märkte folgend, werden im Bedarfsfeld Wohnen folgende Felder innovativer Lösungen betrachtet:

- Planungs- und Umsetzungskonzepte, die auf einen reduzierten Ressourcenverbrauch im Bedarfsfeld Wohnen und Bauen abzielen,
- Baumaterialien, die helfen, den Ressourcenverbrauch von Gebäuden in den unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus zu reduzieren,
- Konzepte und Techniken des Energiemanagements, die insbesondere darin unterstützen, den Energieverbrauch in Gebäuden z. B. durch das Management von Wärme oder Kühlung zu reduzieren,
- Konzepte und Techniken der Energieerzeugung, die zu einer effizienten und umweltfreundlichen Energieversorgung im Bedarfsfeld Wohnen und deren Integration in eine sich wandelnde Energiewirtschaft beitragen sowie

- Sonstige eher technische Innovationen, die in einzelnen Feldern, z. B. auch aufgrund ihrer Exportfähigkeit, große Wirkungen entfalten können.

Kein expliziter Schwerpunkt wird auf die große Anzahl inkrementeller Innovationen gelegt, die in einer Vielzahl von Produkten im Bedarfsfeld Wohnen kontinuierlich zu einer besseren Ressourcen- und Energiebilanz beitragen, z. B. in Form von verringertem Stromverbrauch von Elektrogeräten oder umweltfreundlichen Grundstoffen des Innenausbau (z. B. lösemittelfreie Lacke und Farben, Bodenbeläge aus Naturfasern etc.) und der Möbelindustrie (z. B. Holz aus zertifizierten Beständen, lösemittelfreie Holzwerkstoffe etc.). Hierzu liegen bereits eine Vielzahl von Untersuchungen und gut dokumentierten Einzelbeispielen vor.

Bedarfsfeld Mobilität

Das Bedarfsfeld Mobilität steht vor einer Vielzahl an Herausforderungen und Umbrüchen (WBCSD 2010, BDI 2011, BMBF 2012). Für die Identifizierung von Schlüsselinnovationen für die Green Economy wurde eine Strukturierung gewählt, die das Bedarfsfeld einerseits aus technologischer Perspektive und andererseits aus gesellschaftlicher Perspektive betrachtet. Während in der gesellschaftlichen Perspektive vor allem die globalen Megatrends und damit der städtische Kontext (Urbanisierung), neue Mobilitäts- und Nutzungsmuster (Bewusstseinswandel und demographischer Wandel) sowie Nachhaltigkeit und Klimawandel im Fokus stehen, fokussiert die technologische Perspektive neben alternativen Antriebssystemen einerseits auf die Vernetzung der Mobilität mit dem Energiesystem und andererseits mit dem Internet. Die sechs Innovationsfelder spiegeln damit die Öffnung und den Paradigmenwechsel der Forschungspolitik von der technologiezentrierten Forschung hin zur gesellschaftsorientierten Forschung wider.

Gesellschaftliche Trends	Innovationsfelder
1. Mobilität und Nachhaltigkeit	1. Effiziente und emissionsarme Fahrzeug- und Logistikkonzepte
2. Mobilität und Urbanisierung	2. Urbane Mobilität
3. Mobilität und Nutzerverhalten	3. Neue Mobilitäts- und Nutzungsmuster
Technologische Trends	Innovationsfelder
4. Mobilität und Antriebssysteme	4. Alternative Antriebskonzepte und Kraftstoffe
5. Mobilität und Energiesystem	5. Elektromobilität
6. Mobilität und Internet	6. Vernetzte und intelligente Mobilität

Innerhalb der sechs Innovationsfelder werden diejenigen Innovationen für das Bedarfsfeld Mobilität priorisiert, die sowohl einen hohen Beitrag zu den Zielen der Green Economy leisten können und systemrelevant sind als auch ein hohes Marktpotenzial und einen hohen Forschungsbedarf aufweisen.

Bedarfsfeldübergreifende Energielösungen

Nach Schlüsselinnovationen im Bereich bedarfsfeldübergreifender Energielösungen wird mit Blick auf die Langfristszenarien des BMU (DLR, Fraunhofer IWES und IfnE 2012), das Energiekonzept der Bundesregierung (BMW und BMU 2010), die dahinter stehenden Szenarien (Prognos, EWI, gws 2010) sowie die Technologiescreenings von Low Exergy-Technologien (Clausen, Bierter und Winter 2011) und resiliente Energieinfrastrukturen (Clausen 2012) gesucht.

Die Schlüsselinnovationen im Suchfeld Energie tragen mehrheitlich zur Erzeugung erneuerbarer Energien bei, dienen der Erhöhung der Resilienz des Stromnetzes oder verbessern die Nachhaltigkeit der Wärmeversorgung. Schlüsselinnovationen zur Versorgung der Industrie mit Prozesswärme wurden nicht gefunden.

Den Schwerpunktsetzungen folgend, werden bei den bedarfsweltübergreifenden Energielösungen folgende Innovationen betrachtet:

- Energiegewinnung mit verschiedenen Technologien der Gewinnung regenerativer Energien, die noch deutlich entwicklungsfähig sind, sowie Lösungen zur Abwärmenutzung, die in hohem Maße zur gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz beitragen können,
- Netze und Speicher, bei denen sowohl die Entwicklung verschiedener Stromspeicher und der Supraleitung wie auch Technologien zur Wärmeverteilung und –speicherung von Bedeutung erscheinen,
- Systemansätze, zu denen Carbon Capture & Storage, Energiesparcontracting, die Umwandlung von Strom in Wasserstoff oder Methan sowie die klimaresiliente Optimierung von Energieversorgungssystemen gerechnet werden.

Schlüsselinnovationen im Kontext der Bioenergie wurden dem Bedarfsfeld Landwirtschaft und Ernährung zugeordnet. Etablierte Technologien zur Gewinnung regenerativer Energien wie Wind oder PV wurden nicht einbezogen.

Green Services

So wie die bedarfsweltübergreifenden Energielösungen sind auch die „Green Services“ vornehmlich von bedarfsweltübergreifender Bedeutung. Sie spielen oft eine systemische, übergeordnete Rolle in der Marktwirtschaft und haben somit eine zentrale Bedeutung für den Übergang zu einer Green Economy. Beispiele solcher „Green Services“ sind nachhaltige Finanzierungsansätze wie Mikrofinanzen, Green IT-Lösungen wie Cloud Computing und Systemmanagementansätze wie grüne Industrieparks. Diese Lösungen wurden mit einer Orientierung an übergreifenden Zielsetzungen und Lösungsansätzen in Studien wie UNEP (2011) und World Bank (2012) gesucht.

Die identifizierten innovativen Dienstleistungen verteilen sich auf folgende Kategorien:

- Produkt- bzw. eigentumsersetzende Dienstleistungen
- Sustainable Finance
- „Grüne“ Informations- und Kommunikationsdienstleistungen (Green IT)
- Systemmanagement: Management von Nutzungs- und Versorgungssystemen
- Klimaanpassungsdienstleistungen
- Energiedienstleistungen

Der Beitrag innovativer Dienstleistungen zu den Zielen der Green Economy ist in den meisten Fällen hauptsächlich indirekt. Dafür verteilt er sich aber in der Regel auf viele mögliche Bereiche und hat somit eine große Reichweite (bspw. Sustainable Finance oder Klimaanpassungsdienstleistungen). In einigen Fällen aber, wie bspw. bei der Energiedienstleistung Contracting gibt es eher eindeutige Ziele, die direkt erfüllt werden (Klimaschutz, Einsatz erneuerbarer Energien und Energieeffizienz).

2.3.5 30 Schlüsselinnovationen für die „Green Economy“

Mit Hilfe der im Anhang I beschriebenen Vorgehensweise und Kriterien wurden aus der Gruppe der 110 identifizierten „Kandidaten“ 32 ausgewählt, die eine Schlüsselrolle bei der Transformation zu einer Green Economy in den jeweiligen Bedarfs- und Umsetzungsfeldern spielen können. Die Bewertung und Auswahl erfolgte innerhalb der jeweiligen Bedarfs- und Umsetzungsfelder. Dabei wurden für jedes der fünf Felder sechs oder sieben Schlüsselinnovationen ausgewählt. Neben den Auswahlkriterien (Innovationspotenzial, Systemrelevanz,

Marktpotenzial, Forschungsbedarf) wurde bei der Auswahl auch berücksichtigt, dass die Schlüsselinnovationen sich auf möglichst viele Stufen der Wertschöpfungskette bzw. Felder des jeweiligen Bedarfs- und Umsetzungsfeldes verteilen.

Bedarfsfeld Ernährung

1. Nachhaltige Pflanzenzucht
2. Neue Proteinquellen
3. Meerwasserentsalzung mit regenerativen Energien
4. Precision Farming
5. Ökologischer Landbau
6. Produktinnovationen in der Lebensmittelindustrie
7. Wiedergewinnung von Stickstoff und Phosphor

Bedarfsfeld Wohnen

1. Passiv- und Energieplushäuser
2. Ökologische Wärmedämmung/ Dämmstoffe
3. Transluzente und energieerzeugende Fassadensysteme
4. Dezentrales Energiemanagement in Gebäuden
5. Virtualisierung von Kraftwerken bzw. Blockheizkraftwerken (BHKW)
6. Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte

Bedarfsfeld Mobilität

1. Umweltfreundliche Schiffsantriebe
2. Effiziente und resiliente Logistiksysteme
3. Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme
4. Städtische Infrastruktur für Klein- und Kleinstfahrzeuge
5. Multimodale Mobilitätsmodelle und -systeme
6. Intelligente Systeme zur Lärminderung

Bedarfsfeldübergreifende Energielösungen

1. Geothermie zur Wärmergewinnung
2. Solarkollektorfelder zur Nahwärmeversorgung
3. Kleinskalige Anlagen zur Erzeugung regenerativer Wind- und Wasserkraft
4. Wasserräder für niedere Fallhöhen und große Durchflussmengen
5. Langzeitwärmespeicher
6. Umwandlung von Strom in Wasserstoff und Methan
7. Klimaresiliente Energiesysteme

Green Services

1. Mikrofinanzen
2. Crowdfunding
3. Nachhaltige Themenfonds
4. Green Cloud Computing (GCC)
5. "Grüne" Industrieparks/-gebiete
6. Dienstleistungen für Klimaanpassung

Die ausgewählten Technologien und Lösungen werden im Folgenden vorgestellt und begründet. Dabei wird die jeweilige Lösung charakterisiert (worin besteht die Innovation, was ist neuartig usw.) und es wird auf die Auswahlkriterien Innovationspotenzial, Systemrelevanz, Marktpotenzial und Forschungsbedarf eingegangen.

Bedarfsfeld Ernährung

Nachhaltige Pflanzenzucht

Pflanzenzucht ist in vielfacher Hinsicht eine Schlüsseltechnologie für eine nachhaltige Landwirtschaft. Dabei ist eines der Ziele, regionale, standortangepasste und vielfältige Pflanzensorten und Tierrassen nicht nur zu erhalten, sondern auch zu vermarkten (Clausen und Walter 2004). Auch bietet die weltweite Artenvielfalt noch viele Potenziale, bisher nicht genutzte Pflanzen zu kultivieren, die Beiträge zur Energie- oder Rohstoffversorgung leisten können. Gentechnisch oder konventionell optimierte Pflanzenzüchtungen können eine höhere Resistenz gegen Schädlinge oder höhere Erträge aufweisen. Aber auch Züchtungen zur Kälteresistenz, Nährstoffverwertung, Fitness gegen Dürre oder zur Verbesserung des Hybridzuchtverhaltens finden statt und sogar Zweinutzungspflanzen (optimiert zur Nahrungs- und Rohstoffversorgung) sind denkbar.

Je nach Ziel sind hier teils hohe, teils niedrige Innovationsgrade nötig, einige Zuchtziele sind schon erreicht, andere noch in der Grundlagenforschung. Die Pflanzenzucht kann durch Erhaltungszucht und die Identifikation zusätzlicher Nutzpflanzen Beiträge zur Biodiversität, durch Standortangepasstheit und die Optimierung bestimmter Einzeleigenschaften Beiträge zur Erhöhung der Erträge, zur Produktion mit geringerem Dünger-, Pflanzenschutzmittel- oder Wassereinsatz oder zur landwirtschaftlichen Produktion zusätzlicher Rohstoffe leisten. Die Zucht von Zweinutzungspflanzen (Nahrung/Energie, Nahrung/ NaWaRo (Nachwachsende Rohstoffe), Energie/ NaWaRo) würde die Flächenkonkurrenz reduzieren (EC 2011b: 128ff). Die meisten Studien zu gentechnisch modifizierten Pflanzen zeigen höhere Erträge (Carpenter 2010: 320) sowie deutlich sinkende Verbräuche an Pflanzenschutzmitteln (Brookes und Barfoot 2010: 80ff), wobei gentechnische Methoden vielfach als zu risikoreich in der Kritik stehen.

Die Pflanzenzucht ist die Schlüsseltechnologie, mit der es gelingen muss, die Agrobiodiversität in der Landwirtschaft zu erhalten, die Erträge (Nahrungsmittel und NaWaRo, erst danach Energie) auf hohem Niveau zu halten und zu vermeiden, in einen Kreislauf von immer mehr Dünger und immer mehr Pflanzenschutzmitteln hineinzugeraten. Eine Alternative zu einer erfolgreichen, eine nachhaltige Landwirtschaft möglich machenden und damit systemrelevanten Pflanzenzucht besteht nicht.

Die Forschungsaufgaben sind differenziert: Während sich die Suche nach neuen Nutzpflanzen und die Zucht von Zweinutzungspflanzen in der Phase der Grundlagenforschung befinden, geht es in der Erhaltungszucht um die Erzielung ökonomischer Nachhaltigkeit durch die Erschließung von Absatzmärkten. Die Optimierung von Pflanzen mit Blick auf bestimmte

Eigenschaften mit teils gentechnischen Methoden erfordert Forschung zu Risiken und Nebenfolgen.

Neue Proteinquellen

Eine Reihe neuer Quellen für Proteine umfassen sowohl marine Quellen (Algen, Krill etc.) als auch diverse Nutzpflanzen (Urgetreide, Soja etc.). Darüber hinaus gibt es äußerst proteinhaltige Insekten (Heuschrecken, Ameisen etc.), die in vielen Ländern südlich des Äquators genau aus diesen Gründen zur Grundnahrung gehören und auch in Nordamerika und Europa gibt es schon eine Reihe von Fooddesignern, die damit experimentieren. Ein südafrikanisches Unternehmen züchtet Larven von Stubenfliegen. Die heranwachsenden Larven werden mit Blut aus Schlachthöfen gefüttert und wachsen zu 12 mm langen Larven heran, die getrocknet und gemahlen zu Tierfutter verarbeitet werden (Feedlink 2012). Im ALGALGLYCO-Forschungsverbund wird angestrebt, Glykoproteine aus Algen herzustellen, die in Medikamenten Verwendung finden sollen (BMBF 2011, ohne Seitenangabe).

Realisierbarkeit und Technologiefolgen der verschiedenen Ansätze zur Proteingewinnung müssen durch weitere Forschung geklärt und eine nachhaltige Produktion muss aufgebaut werden.

Meerwasserentsalzung mit regenerativen Energien

Die Grundwasserübernutzung in den ariden Regionen kann nur noch wenige Jahre bis zur Ausschöpfung der Ressourcen fortgesetzt werden. Meerwasserentsalzung auf Basis fossiler Energieträger ist sehr teuer und nur durch reiche Staaten bezahlbar. Solare und andere Formen der Meerwasserentsalzung mit Hilfe regenerativer Energien sind klimaschonender und billiger. Es existiert eine Vielzahl von Technologiekonzepten, teils auf Basis von Solarwärme, teils auf Basis von Windenergie, teils in Kombination mit der Gewinnung regenerativen Stroms.

Eine Reihe von Pilotanlagen befindet sich in der Erprobung und im Dauerbetrieb. Die serienmäßige Produktion steht noch aus, ist aber dringend, denn: „Jede Verzögerung kann katastrophale Konsequenzen für die wirtschaftliche Entwicklung und für den sozialen Frieden im Mittleren Osten und Nordafrika (MENA) zur Folge haben“ (DLR 2007, 14), da die Wasserversorgung in einigen Regionen der Welt weder lang- noch mittelfristig gesichert ist. Regenerative Meerwasserentsalzung stellt eine neue Technologie dar, die die zu Ende gehenden „fossilen“ Grundwasserreserven ersetzt. Die regenerative Meerwasserentsalzung ist damit systemrelevant.

Das Marktpotenzial ist hoch, die DLR (2007, 9) veranschlagt die Marktgröße bis 2020 auf über 10 Milliarden m³ pro Jahr und bis 2050 auf 145 Milliarden m³ pro Jahr.

Die Forschungsaufgaben konzentrieren sich auf die Identifikation der aussichtsreichsten Technologien sowie deren Förderung zur Marktreife. Auch die Exploration möglicher Geschäftsmodelle könnte Bedeutung haben.

Precision Farming

Durch Precision Farming wird teilflächenspezifische Landwirtschaft möglich. Ackergeräte verfügen über die genaue Information, wo sie sich befinden und aufgrund verschiedener Sensoren und Messverfahren über weitere Informationen, wie hoch der Bedarf an Wasser, Dünger oder Pflanzenschutzmitteln auf dieser Teilfläche ist. Precision Agriculture ist serienreif, in Deutschland wurde das Verfahren schon in 2007 von 15,6% der landwirtschaftlichen Betriebe angewendet (Werner, Dreger und Schwarz 2008, 583).

Precision Farming trägt zur Energie- und Materialeffizienz in der Landwirtschaft sowie zur Ertragssteigerung durch optimale Versorgung (und Vermeidung von Überversorgung) bei.

Allein der Stickstoffeintrag lässt sich z. B. im Winterweizenanbau um 10 bis 15 kg/ha reduzieren. Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie sah in 2008 (Bundesregierung 2012b, 93) für diesen Indikator noch ca. 23 kg/ha Reduktion zur Erreichung des Zieles für 2010 vor (von 103 auf 80 kg/ha).

Precision Farming ist eine wirksame Effizienztechnologie, die nicht mit wesentlichen Risiken verbunden ist, sondern eher Risiken reduziert. Die Technologie ist zwar nicht als systemrelevant einzustufen, gleichwohl ermöglicht sie erhebliche Effizienzsteigerungen im gesamten Ackerbau.

Das Marktpotenzial ist hoch. Precision Farming birgt auch ein erhebliches Exportpotenzial für die deutsche Landwirtschaftsmaschinenbranche.

Die Forschungsaufgaben umfassen neben der Weiterentwicklung der Hightech-Komponenten die Integration weiterer Nachhaltigkeitszielsetzungen in das Precision Agriculture Konzept. Neben der Effizienz in den Bereichen Wasser, Dünger und Pflanzenschutz sind die Ziele biologische Vielfalt und Bodenschutz auf einem mit Nachhaltigkeit verträglichen, also sehr hohen Niveau, umzusetzen. Die Schnittstelle zum ökologischen Landbau sollte untersucht werden.

Ökologischer Landbau

Auf dem Informationsportal www.oekolandbau.de der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung wird Ökolandbau wie folgt charakterisiert: „Leitbild im Ökolandbau ist ein möglichst geschlossener Betriebskreislauf. Das heißt: Ackerbau und Viehhaltung sind aneinander gekoppelt. Auf der Ackerfläche werden neben Verkaufsfrüchten auch Futterpflanzen für die Tierhaltung erzeugt. Die pflanzlichen Abfälle und der tierische Dung werden entweder frisch oder kompostiert auf die Ackerflächen zurückgeführt. Im viehlosen Betrieb muss die fehlende Tierhaltung durch eine Fruchtfolge mit einem entsprechend hohen Anteil an Leguminosen ausgeglichen werden. Eine flächenlose Tierhaltung ist nicht erlaubt“ (BLE 2012, ohne Seitenangabe). Im biologischen Landbau dürfen keine Pflanzenschutzmittel und mineralischen Stickstoffdünger eingesetzt werden. Der Ökolandbau setzt schonende Verfahren zur Bodenbearbeitung ein und hat signifikant geringeren Abtrag von Boden zur Folge (NRC 2010, 226). Der ökologische Landbau befindet sich in der Diffusion, in Deutschland mit einem ökologisch bewirtschafteten Flächenanteil von ca. 5,4%.

Der Ökolandbau trägt durch die Art des Anbaus sowie durch den Verzicht auf Pflanzenschutzmittel zur Biodiversität bei. Durch den Verzicht auf mineralische Düngemittel entlastet er den Stickstoff- und Phosphorkreislauf. Aufgrund dieser Tatsachen und auch, weil nur der ökologische Landbau die Erosion auf ein nachhaltiges Niveau (Bodenverfügbarkeit auch in einigen hundert Jahren) reduziert, ist der ökologische Landbau als hoch systemrelevant einzustufen.

Durch die Bundesregierung wird ein Flächenanteil des ökologischen Landbaus von 20% (Bundesregierung 2002: 113) angestrebt, was für die Zulieferer des ökologischen Landbaus Marktwachstum bedeuten würde.

Neben Detailfragen zur Optimierung des ökologischen Landbaus sind dem Wachstum des ökologischen Landbaus im Wesentlichen wegen des begrenzten Absatzes Grenzen gesetzt. Fragen der Diffusion des nachhaltigen Konsums sind daher von Bedeutung, aber auch die Weiterentwicklung des rechtlichen Rahmens z. B. hinsichtlich des Beitrags der Landwirtschaft zur Reduzierung der Überdüngung, zu Gewässer- und Bodenschutz, zur Reduktion der Nebenwirkungen des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und zu Biodiversität ist von Bedeutung, um so sukzessive Schäden zu begrenzen und externe Kosten zu internalisieren, was zu einer Reduktion des Preisnachteils ökologischer Lebensmittel führen würde.

Produktinnovationen in der Lebensmittelindustrie

Sowohl die Erhaltung der Agrobiodiversität – also der Vielfalt der Nutzpflanzen und Nutztiere – als auch die Erhaltung der Vielfalt an Lebensmitteln und mit ihnen der Erhalt der ernährungskulturellen Diversität und Identität, erfordert eine möglichst hohe Produkt- und Rezeptvielfalt (Clausen und Walter 2004). Durch Verarbeitung gefährdeter Sorten und Rassen, durch Produktvielfalt, regionale Beschaffung, vegetarische Produkte, optimierte Verpackung, Verzicht auf Zusatzstoffe und Aromen u.a.m. kann die Lebensmittelbranche Beiträge zur Nachhaltigkeit des Lebensmittelkonsums leisten (Beispiele bei Gottwald und Steinbach 2009). Einige dieser Ziele werden durch große Lebensmittelhersteller bereits verfolgt, anderen lehnen sie ab, weil mit einer großen Vielfalt erwünschte Skaleneffekte („Economy of Scale“) nicht oder schwerer erreicht werden können. Wirkliche Vielfalt bedarf der Nischenmärkte. Auch die regionale Vermarktung unterstützt dabei die Vielfalt.

Je nach Art der Produktinnovation sind Beiträge zur Biodiversität, Verkehrsvermeidung oder Effizienz, aber auch zur kulturellen Vielfalt und Identität möglich.

Da es sich systematisch in einigen Bereichen um Nischenprodukte handelt, sind hier nur kleine, regional unterschiedliche Marktvolumina zu erwarten. Andere Entwicklungsziele, wie z. B. der Verzicht auf Zusatzstoffe und Aromen, können sich grundsätzlich auch im Massenmarkt durchsetzen.

Forschungsbedarf besteht außer in lebensmitteltechnologischen Detailfragen insbesondere hinsichtlich des strukturpolitischen Rahmens für die Lebensmittelwirtschaft – insbesondere hinsichtlich der Begrenzung von Größe, Macht und Einfluss der internationalen Großkonzerne zugunsten von Entwicklungsmöglichkeiten einer/s diversen und regionalen Lebensmittelindustrie und -handels, aber auch mit Blick auf Fragen des Schutzes regionaler Spezialitäten, Förderung von Regionallabeln und Förderung des nachhaltigen Konsums.

Wiedergewinnung von Stickstoff und Phosphor

Die Nährstoffe Stickstoff (UBA 2011) und Phosphor (PRIW 2009) sind für das Pflanzenwachstum essentiell und in großen Mengen erforderlich, die nur auf Basis hohen Energieeinsatzes (Stickstoff) und unter Nutzung knapper Ressourcen (Phosphor) herstellbar sind. Die Wiederherstellung stabiler Kreislaufstrukturen, die es in Zeiten regionaler Wirtschaftskreisläufe in damals ökologischem Landbau bis ins 19. Jahrhundert schon gegeben hat, ist erforderlich. Die Überschreitung der Tragekapazität der Erde durch Phosphor- und Stickstoffströme gehört nach Rockström, Steffen, Noone et al. (2009, 472) zu den gravierendsten Umweltproblemen.

Zur Wiedergewinnung der Nährstoffe ist es möglich, Toilettenabwasser nach Kot und Urin getrennt vom sonstigen Abwasser zu erfassen und die hierin konzentrierten Nährstoffe prozesstechnisch wiederzugewinnen (Hamburger Wasserwerke 2012, ohne Seitenangabe).

Durch einen physikalisch-thermischen Prozess können Phosphor und Stickstoff auch aus Klärschlamm wiedergewonnen und in die Düngerproduktion geliefert werden. Aufgrund der Belastung mit Schwermetallen und organischen Stoffen darf Klärschlamm aber in vielen Regionen nicht mehr direkt in der Landwirtschaft verwertet werden. Durch Monoverbrennung, das Seaborne-Verfahren (Müller 2007) oder andere Verfahren können Phosphor und Stickstoff wiedergewonnen werden. Mehr als die Hälfte des Phosphorbedarfes könnten so gedeckt werden (PRIW 2009, 26f). Das Marktvolumen ist hoch, Millionen von Haushalten müssten angeschlossen und über zwei Millionen Tonnen TS/a Klärschlamm müssten behandelt werden.

Sowohl für die getrennte Erfassung wie auch für die Rückgewinnung aus Klärschlamm sind eine breit angelegte Erprobung, ggf. in Modellstadtteilen, sowie die Erarbeitung eines die Diffusion fördernden rechtlichen Rahmens erforderlich.

Bedarfsfeld Wohnen

Passiv- und Energieplushäuser

Ein Passivhaus ist ein Gebäude, das 90% (bzw. 75% bei Sanierung) weniger Energie als ein herkömmliches Haus im Gebäudebestand verbraucht und somit „kein aktives Heizsystem (und auch keine Klimaanlage) braucht“.⁶¹ Ein solch niedriger Energieverbrauch wird durch die Kombination mehrerer Baugrundsätze bei Neubau oder energetischer Sanierung ermöglicht: Passivhausfenster (die Licht und Wärme rein-, aber nicht rauslassen), Wärmedämmung, Lüftung mit Lüftungswärmerückgewinnung, Luftdichtheit und Wärmebrückenfreiheit.⁶² Das Passivhaus hat sich als energieeffizientes und wirtschaftliches Baukonzept in Industrieländern bewährt. Dennoch besteht ein Potenzial in der Weiterentwicklung der Konzepte des Passiv- bzw. Plusenergiehauses (bspw. bei der Planung von großen Bürogebäuden oder Netzintegration von dezentralen Energieerzeugern in Plusenergiehäusern) sowie von Service-Produkt-Systemen, die ein Gesamtpaket aus Planung, Bau und Finanzierung schnüren (bspw. durch Energieeinsparcontracting) (vgl. Sustainia 2012: 44). Bei der Weiterentwicklung besteht noch Forschungsbedarf nicht nur bezüglich der technischen Lösungen, sondern auch in der Entwicklung tragfähiger Geschäftsmodelle und ggf. einer Anpassung der Rahmenbedingungen.

Der Beitrag zu einer Green Economy liegt einerseits im Klimaschutz und der Emissionsminderung durch eine Reduktion fossiler Energieträger, in der Energieautarkie, Flexibilisierung und Dezentralisierung der Energieversorgung und andererseits im erhöhten Einsatz NaWaRo. Bei rund 30% des Neubaus von Passivhäusern in Deutschland wird Holz bei der Konstruktion verwendet.⁶³ Das Umweltentlastungspotenzial ist insbesondere aufgrund des hohen Anteils des Energieverbrauchs im Gebäudebestand am Gesamtenergieverbrauch als hoch einzuschätzen. Der Passivhausstandard kann sowohl bei Neubauten als auch bei der Sanierung angewendet werden, was angesichts eines großen zu sanierenden Immobilienbestands in Deutschland ein hohes Marktpotenzial andeutet. Der Energieplushausstandard kann vor allem bei Neubauten Anwendung finden.

Ökologische Wärmedämmung/Dämmstoffe

Bei der Wärmedämmung von Gebäuden werden immer noch hauptsächlich konventionelle, anorganische bzw. mineralische Dämmstoffe (bspw. Mineralwolle) oder organische Dämmstoffe aus Erdöl (bspw. geschäumte Kunststoffe) genutzt.⁶⁴ An Bedeutung könnten allerdings ökologische Dämmstoffe aus NaWaRo (bspw. Holzfaser, Schafwolle, Baumwolle, Hanf und Zellulose) gewinnen. Diese Schlüssellösung befindet sich in der Diffusionsphase und kann als Verbesserungsinnovation eingestuft werden. Auch wenn die Energiebilanz von ökologischen Dämmstoffen im Vergleich zu anorganischen oder erdölbasierten Materialien nicht immer die niedrigste ist,⁶⁵ tragen sie zu einem der wichtigsten bauökologischen Handlungs-

⁶¹ http://www.passiv.de/de/02_informationen/01_wasistpassivhaus/01_wasistpassivhaus.htm (Letzter Zugriff am 20.08.2012)

⁶² http://www.passiv.de/de/02_informationen/02_qualitaetsanforderungen/02_qualitaetsanforderungen.htm (Letzter Zugriff am 20.08.2012)

⁶³ <http://www.thema-energie.de/bauen-modernisieren/waermedaemmung/daemmstoffe/daemmstoffe.html> (Letzter Zugriff am 16.08.2012)

⁶⁴ Ebenda.

⁶⁵ <http://www.thema-energie.de/bauen-modernisieren/waermedaemmung/daemmstoffe/energiebilanz-von-daemmstoffen.html> (Letzter Zugriff am 16.08.2012)

ziele bei, nämlich der Reduktion von Rohstoffverbrauch (NABU 2001: 8). Darüber hinaus sorgen die natürlichen Dämmstoffe für CO₂-Bindung und, wie andere Dämmstoffe auch, für eine Reduktion des Heizwärmebedarfs. Somit leisten sie einen Beitrag zur Energieeffizienz, Klimaschutz und Emissionsminderung. Die ökologischen Dämmstoffe bringen dagegen andere Herausforderungen mit sich, wie beispielsweise den möglichen Bedarf an Maßnahmen gegen Insektenschädlinge bei der Nutzung von Wolle und Baumwolle⁶⁶ oder Schwierigkeiten bei der Zulassung (bspw. für Schilf) (vgl. Canters 2007). Das Marktpotenzial kann als hoch eingeschätzt werden, wobei die Verbreitung heute erst bei ca. 4% des gesamten Marktes liegt (Canters 2007). Forschungsbedarf besteht für ökologische Dämmstoffe insbesondere für die Entwicklung von Produkt-Service-Systemen (inkl. Finanzierungsmodellen) sowie zu Diffusionskonzepten, die zur Erhöhung des Marktanteils beitragen.

Transluzente und energieerzeugende Fassadensysteme

Transluzente oder transparente Fassadensysteme können unterschiedliche Funktionen haben. Solche transparente Fassadensysteme, die hauptsächlich für Wärmedämmung konzipiert sind (transparente Wärmedämmung (TWD)), bestehen aus lichtdurchlässigem Kunststoff- oder Glaskapillarenmaterial, montiert vor schwarz gefärbten Gebäudeaußenwänden, sowie Glasscheiben, die gegen Witterungseinflüsse schützen.⁶⁷ Somit wird die Gebäudehülle als Kollektor genutzt, während die Gebäudekonstruktion als Speicher funktioniert (Kaltschmitt und Streicher 2009). Anders als konventionelle Dämmsysteme, die sowohl Wärmeverlust von innen vermindern als auch Nutzung der einstrahlenden Sonnenenergie verhindern, ermöglichen transluzente Fassadensysteme eine gleichzeitige Nutzung der Wärme von außen im Gebäude.⁶⁸ Andere transluzente Fassadensysteme, bspw. aus dünnen Glasfasern, setzen keine Gebäudeaußenwände dazwischen, lassen somit das Licht direkt ins Gebäude und ermöglichen daher auch eine Nutzung des Lichtes mit mehrfacher Funktion: Lichtdurchlässigkeit, Lichtstreuung, schlagschattenfreie Verteilung des Lichtes, Sonnen- und Blendenschutz mit gleichzeitigem Schutz vor Überhitzung im Sommer (Blödorn 2011). Gemeinsam für solche Fassadensysteme ist das Ziel, Nachhaltigkeit mit Ästhetik zu vereinigen (vgl. Blödorn 2011).

„Passive Solarenergienutzung“⁶⁹ durch Fassadensysteme ist eine Verbesserungsinnovation, die es bereits seit den 1970er Jahren gibt (Kaltschmitt und Streicher 2009). Somit befindet sich die Schlüssellösung in der Diffusionsphase, wobei weitere Anwendungen noch entwickelt werden. Der ökologische Nutzen besteht darin, sowohl Wärme als auch Strom einzusparen und Wärme zu erzeugen. Auf Kunstlicht und Wärmezufuhr kann in vielen Fällen grotzenteils verzichtet werden (Eicker 2012) – aktuelle Beispiele bezeugen eine Stromeinsparung von 25% sowie einen 57,2% besseren energetischen Standard nach Energieeinsparverordnung als das Referenzgebäude (Blödorn 2011: 38f). Somit trägt die Innovation zur Energieeffizienz und einer Reduktion fossiler Energieträger in der Bauwirtschaft bei. Da Energiekosten eingespart werden können, können sich die Mehrkosten relativ schnell amortisieren (in einem konkreten Beispiel in sieben bis zehn Jahren (Blödorn 2011: 39)) und zeugen von einem großen möglichen Marktpotenzial. Forschungsbedarf besteht im Bereich der

⁶⁶ <http://www.thema-energie.de/bauen-modernisieren/waermedaemmung/daemmstoffe/daemmstoffe.html> (Letzter Zugriff am 16.08.2012)

⁶⁷ <http://www.nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Transparente%20W%C3%A4rmed%C3%A4mmung%20%28TWD%29> (Letzter Zugriff am 16.08.2012).

⁶⁸ Ebenda.

⁶⁹ „Als passiv wird dabei die Form des Energietransports bezeichnet, der allein durch Wärmeleitung, Solar- und Wärmestrahlung und freie Konvektion stattfindet, d. h. nicht leitungsgebunden ist und ohne mechanische Hilfsenergie auskommt.“ (Eicker 2012, 327).

transluzenten Wärmedämmung sowohl hinsichtlich der Neu- als auch der Weiterentwicklung ökologisch verträglicher und wirtschaftlich konkurrenzfähiger Materialien und Fassadensysteme. Auch die Entwicklung und Lebenszyklusanalyse von Produkt-Service-Systemen für solche Fassadensysteme kann einen wichtigen Beitrag für die zukünftige Vermarktung der Technik liefern.

Dezentrales Energiemanagement in Gebäuden

Durch einen automatisierten Einsatz der technischen Komponenten und Steuerungsimpulse eines dezentralen Energiemanagements in Gebäuden können sowohl die Anforderungen der Gebäudenutzer in Haushalten, öffentlichen Einrichtungen und Bürogebäuden zielgenau berücksichtigt als auch Energieverbräuche flexibler gestaltet werden und somit erhebliche Energieeinsparungen bzw. Verbrauchsverlagerungen erreicht werden (Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012). Das Energieeinsparpotenzial ist insbesondere in mehrgeschossigen, zentral beheizten Gebäuden groß. Dezentrale Energiemanagementsysteme bilden zudem einen zentralen Baustein der Energiewende im Übergang von einem unidirektionalen zu einem bidirektionalen Energiesystem, welches einerseits eine Fülle an dezentralen Energieerzeugern integrieren muss und andererseits steigende Schwankungen in Energieeinspeisung aufgrund des größeren Einsatzes erneuerbarer Energien aufweisen wird.

Dezentrale Energiemanagementsysteme befinden sich derzeit in den Phasen der Anwendungsentwicklung und Prototypenerprobung in Industrieländern. Obwohl sich viele der einzelnen technischen Komponenten längst am Markt befinden, bedarf das System weitgreifender Änderungen nicht nur durch technische Lösungen, sondern auch bei den politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen, den Marktstrukturen sowie dem Verbraucherverhalten (vgl. Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012). Es handelt sich somit um eine Grundlageninnovation und eine „Systeminnovation“, die neue branchenübergreifende Lösungen erfordert (Bergset 2011: 52). In diesen Bereichen besteht weitgehend noch Forschungsbedarf, insbesondere zu überzeugenden, branchenübergreifenden Geschäftsmodellen sowie den Verbraucherbedürfnissen und Potenzialen in unterschiedlichen Kundengruppen.

Das Umweltentlastungspotenzial eines dezentralen Energiemanagementsystems dreht sich um eine Reihe möglicher Energieeffekte und kann als hoch eingeschätzt werden. Durch eine Flexibilisierung des Energieverbrauchs und Anpassung des Verbrauchs an die Erzeugung (im Gegensatz zum konventionellen Energiemarkt), kann nicht erneuerbare durch nachhaltig erzeugte erneuerbare Energie ersetzt werden und erneuerbare Energie vermehrt eingesetzt werden. Der verbraucheroptimierte Einsatz von Energie führt zu erhöhter Energieeffizienz. Aktuelle Beispiele belegen eine Energieeinsparung von bis zu 30%. Nennenswerte Reboundeffekte sind bisher nicht bekannt (Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012). Das dezentrale Energiemanagement birgt somit ein großes Potenzial in sich, zu Klimaschutz und Emissionsminderung beizutragen. Angesichts der großen Anzahl geeigneter Gebäude, der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme sowie europäischer Zielvorgaben zur Energieeffizienz kann zudem das Marktpotenzial als groß angesehen werden (vgl. hierzu Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012).

Virtualisierung von Kraftwerken bzw. BHKW

Der im Rahmen der Energiewende der Bundesregierung beschlossene Umbau der Energieversorgung erfordert neben der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien auch große Innovationen und Investitionen in das Energieversorgungssystem selbst. Hierzu zählt neben dem Netzausbau die Anpassung der Kraftwerksstruktur. Große Erwartungen verbinden sich mit dem Konzept des virtuellen Kraftwerks und der Integration von BHKWs in eine solche Struktur.

Der Begriff des virtuellen Kraftwerks leitet sich aus dem informations- und kommunikationstechnischen Zusammenschluss vieler dezentraler Stromerzeugungsanlagen (z. B. PV-Anlagen, Windkraftanlagen, BHKW) zu einem Verbund und daher einer virtuellen Einheit ab (Rohrig 2009). Das Ziel bei der Entwicklung virtueller Kraftwerke besteht weniger darin, die bestehende Netzstruktur mit Großkraftwerken abzulösen, sondern eher darin, eine Integration fluktuierender Energie- und Stromerzeuger zu ermöglichen und somit die sich wandelnde Energieversorgung zu optimieren. Synergieeffekte, die aus dem Verbundbetrieb der Kraftwerke entstehen, sind vor allem das Abfangen und Vermeiden von Spitzenlasten in der Stromnachfrage, die Speicherung überschüssiger regenerativer Energien sowie eine Optimierung von Energieerzeugung und -nachfrage in Verbindung mit Grundlastkraftwerken. Der besondere Wert bei der Einbindung insbesondere kleinerer BHKW in die virtuelle Kraftwerksstruktur, liegt darin, diese Aggregate zur Abfederung von Lastspitzen zu nutzen und die dabei entstehende Wärme in den Warmwasserspeichern von Gebäuden zu puffern.

Das Innovations- und Marktpotenzial für virtuelle Kraftwerke ist hoch. Die für den Ausbau des Stromverteilungsnetzes geschätzten Kosten werden je nach zu Grunde gelegtem Szenario auf 10 bis 50 Mrd. Euro bis zum Jahr 2020 veranschlagt (Dena 2010: 366). Hinzu kommen weitaus größere Beträge für den Neubau und die Sanierung von konventionellen Grundlastkraftwerken (vgl. BMU und BMWi 2012). Die Virtualisierung von Kraftwerken kann in erheblichem Maße zu der Modernisierung der Energieversorgung beitragen, dabei die Integration der erneuerbaren Energien unterstützen und die Effizienz in Versorgung und Verteilung erhöhen. Zudem können durch die Entwicklung dieses energie-, informations- und kommunikationstechnischen Ansatzes mehrere 100.000 neue Arbeitsplätze in Schlüsselbranchen Deutschlands geschaffen sowie Exportchancen für die entstehenden Produkte und Dienstleistungen gesteigert werden. Obwohl auf dem Markt bereits eine Vielzahl von Produkten und Dienstleistungen zur Beschaffung und dem Betrieb von BHKW unterschiedlicher Leistungsklassen angeboten werden, so besteht doch ein erheblicher Forschungsbedarf in Bezug auf technische Steuerungsansätze und Geschäftsmodelle, die eine Integration in einen virtuellen Kraftwerksverbund ermöglichen.

Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte

Der Bedarf an Kühlung und Klimatisierung in Gebäuden wird in Deutschland⁷⁰ sowie weltweit in den kommenden Jahrzehnten wachsen. Drei Gründe sind dafür ausschlaggebend: Zum einen nimmt die Besiedlung und Urbanisierung in warmen und trockenen Klimazonen zu, zum zweiten steigen die Komfortbedürfnisse und zum dritten sorgt der Klimawandel nicht nur für eine steigende Jahresmitteltemperatur, sondern auch für eine Zunahme von Hitzeextremen. Wie Untersuchungen und Szenarien im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes „Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten (Klimazug)“ zeigen, ist z. B. in Nordwestdeutschland bis 2050 mit einer deutlichen Zunahme von Sommertagen pro Jahr (Tage mit einer Maximaltemperatur größer oder gleich 25 °C) und von tropischen Nächten (Tage mit Minimaltemperatur größer oder gleich 20 °C) zu rechnen (nordwest2050 2010: 3).

Diesem wachsenden Bedarf für Kühlung und Klimatisierung kann durch unterschiedliche planerische und technische Ansätze begegnet werden. So werden in der Architektur und Bauplanung seit einigen Jahren wieder verstärkt traditionelle, klimaangepasste Bautechniken und –stile aufgegriffen. Durch die Auswahl von Baumaterialien mit guten Wärmerückhalte-

⁷⁰ Eine von der Prognos AG im Auftrag von Vattenfall erarbeitete Kältestudie dokumentiert, dass der Klimatisierungsbedarf in Deutschland bis 2030 um bis zu 50% gegenüber 2006 zunimmt. Insbesondere in großen Städten stellt der Bedarf demnach eine große Herausforderung dar. In Berlin rechnet man mit einem Kältebedarfszuwachs von rund 42% und in Hamburg sogar mit 66% (siehe: <http://effizient-in-die-zukunft.iimdo.com/vattenfall/projekte/k%C3%A4lteversorgung-mit-absorptionstechnik-im-fernw%C3%A4rmenetz/>, letzter Abruf 17. August 2012).

und Dämmeigenschaften, die Ausrichtung von Gebäuden oder auch die Adaptierung traditioneller Baustile an moderne Architektur können die Energiebedarfe für eine spätere Klimatisierung und Kühlung erheblich reduziert werden. Insbesondere auch die Verbindung mit neuen Bau- und Fassadenmaterialien (z. B. ökologischen Dämmstoffen, fassadenintegrierter PV oder auch transluzenter Wärmedämmung) bieten wichtige Systeminnovationen, mit denen deutsche Planer und Unternehmen international bereits Erfolge erzielen,⁷¹ die jedoch als Systemdienstleistungen, d.h. der Verbindung von Materialien und Bauplanung, noch ein weitaus größeres Potenzial im In- und Ausland besitzen.

Auf der Ebene von Kühl- und Klimatisierungstechnik stellt insbesondere das solare Kühlen einen äußerst vielversprechenden Ansatz mit großem Marktpotenzial dar. Wie auch im Falle der planerischen Ansätze handelt es sich hierbei um eine im Kern erprobte Technologie, die seit den 1970ern bereits in mittleren Stückzahlen in Japan eingesetzt wird (siehe Clausen 2007: 1). Anlagen für das solare Kühlen bestehen aus den drei Komponenten: Solarkollektor, einer durch Solarwärme angetriebenen Kältemaschine sowie einer Anlage zur Kälteverteilung. Besonderer Innovationsbedarf sowie Entwicklungsbedarf besteht bei Anlagen kleiner Leistung (d.h. < 50kW). Großanlagen über 50 kW sind dagegen weitestgehend serienreif und als Produkte verfügbar. Insgesamt besteht der Forschungsbedarf für Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte eher in der Entwicklung von Diffusions- und Systemdienstleistungsmodellen, die neben den verfügbaren technischen Komponenten auch planerische Ansätze berücksichtigen.

Deutschland stellt für die Entwicklung kleinerer solar betriebener Kühlanlagen einen entscheidenden Leitmarkt dar, da sowohl das technische Fachwissen zur Weiterentwicklung und Vermarktung der Technik in mittelständischen Unternehmen vorhanden ist als auch eine zunehmende Marktdurchdringung mit solarer Wärmetechnik erfolgt, die für die Kühltechnik genutzt werden kann (Clausen 2007: 34). Der Einsatz des solaren Kühlens ist neben der Raumklimatisierung jedoch insbesondere auch für Industriekühlanlagen für Kältebedarfe oberhalb von 6 °C interessant. Neben der Erschließung des deutschen Leitmarktes bietet die Technik des solaren Kühlens auch in südlichen und klimatisch wärmeren Ländern hoch attraktive Anwendungsfelder und damit Marktchancen für deutsche Unternehmen. Das Marktvolumen ist derzeit schwer abzuschätzen; für Aggregate der solaren Klimatisierung wird es beispielsweise auf die Spanne von 4,5 bis 18 Milliarden Euro im Jahr 2020 geschätzt (Clausen 2007: 19).

Bedarfsfeld Mobilität

Umweltfreundliche Schiffsantriebe

Umweltfreundliche Schiffsantriebe umfassen sowohl die Verbesserung der Kraftstoffeffizienz von Dieselantrieben als auch alternative Antriebe wie den Hybridantrieb oder Segelantriebe für Transportschiffe (Skysails 2010). In Verbindung mit neuen Schiffsdesigns wie der U-Form und einer Senkung der Transportgeschwindigkeit werden Kraftstoff- und CO₂-Einsparungen bis zu 50% je Container möglich (Sustainia 2012: 99). Schiffsgüterverkehr und Containerschiffe sind in hohem Maße systemrelevant. Sie sind einerseits Rückgrat des Welthandels und des weltweiten Logistiksystems, andererseits gehen 3 bis 4 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen auf den Schiffsgüterverkehr zurück (Sustainia 2012: 99). Umweltfreundliche Schiffsantriebe sind damit eine Schlüsseltechnologie der Green Economy, die sowohl zu den

⁷¹ Dies zeigen beispielsweise die großen ökologischen Planungs- und Bauvorhaben deutscher Architekten (Gerkan, Speer etc.) im Ausland sowie die Beteiligung deutscher Unternehmen an der Umsetzung ökologischer Modellstädte, beispielsweise Siemens in Masdar City, Abu Dhabi.

Zielen der Effizienzsteigerung und der Emissionsminderung als auch zur Nutzung erneuerbarer Energien beitragen können.

Das BMU sieht im Bereich Schiffsbau mit 35 Mrd. Euro ein hohes Marktpotenzial, dem im Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität ein Anteil von 10% zugemessen wird (BMU 2008: 96). Projekte wie z. B. das E-Ship 1 von Enercon, Greenship und FellowSHIP in Norwegen oder „Liquid Natural Gas Hybrid Barge“ im Bereich der Kreuzfahrtschiffe befinden sich in der Anwendungsentwicklung bzw. im Markttest. Insgesamt kann der Forschungsbedarf als hoch eingestuft werden, da in Europa beim Schiffbau in Einzelbereichen auch von einem technologischen Rückstand auszugehen ist (BMU 2008: 96). Innerhalb des Innovationsfeldes „Effiziente und emissionsarme Fahrzeugkonzepte“ zählen umweltfreundliche Schiffsantriebe darüber hinaus zu den bisher vernachlässigten Innovationen, die kaum Niederschlag in der Forschungsförderung gefunden haben. Teilweise handelt es sich um Verbesserungsinnovationen wie bei der Weiterentwicklung von Dieselaggregaten. Hybridantrieb und Segelantriebe stellen demgegenüber Grundlageninnovationen dar. Sowohl steigende Kraftstoffkosten als auch neue Emissionsstandards wie IMO III in den Bereichen Marine und Offshore stellen große Herausforderungen und wichtige Treiber für die kommerzielle Schifffahrt dar.

Effiziente und resiliente Logistiksysteme

Eine effiziente und klimaangepasste Logistik umfasst eine Vielzahl an Einzeltechnologien und Systemlösungen im Güterverkehrs- und Logistiksystem. Hierzu gehören die Verlagerung von Transporten auf Schiene und Schiff, der Einsatz von Telematiksystemen oder die verstärkte Bündelung von Transporten (BME 2009). Zum Bereich der klimaangepassten Logistik zählen beispielsweise Frühwarnsysteme für die Routenplanung oder temperaturgeführte Transporte (nordwest2050 Konsortium 2012: 3). Der gesamte Transport- und Logistiksektor spielt mit einem Anteil von 23% an den weltweiten CO₂-Emissionen eine wichtige Rolle für eine Low Carbon Economy, 35% davon werden vom Waren- und Gütertransport verursacht (IPCC 2007: 330). Die UNEP geht davon aus, dass durch Investitionen von jährlich 0,34% des weltweiten BIP der Ölverbrauch im Transportwesen bis 2050 um ganze 80% gegenüber dem Ausgangsszenario reduziert werden könnte (UNEP 2011: 381). Die Umwelt- und Sozialkosten im Transportwesen für Luftverschmutzung, Verkehrsunfälle und Verkehrsstaus betragen in einigen Fällen demgegenüber etwa 10% des BIP einer Region oder eines Landes. Effiziente und resiliente Logistiksysteme sind damit ebenfalls ein systemrelevanter Bestandteil der Green Economy, der zu Klimaschutz, Energieeffizienz und nachhaltigen Dienstleistungen beitragen kann.

Mit Blick auf das steigende Gütertransportvolumen sowie auf Basis von Befragungsergebnissen von Logistik-Unternehmen in Deutschland, die einen Gesamtumsatz von rund 453 Milliarden Euro erwirtschaften, kann das Marktpotential als hoch eingeschätzt werden. Logistik-Unternehmen wollen ihre Aktivitäten im Bereich Green Logistics weiter vorantreiben (BME 2009: 4). Bei der Forschung zu Grüner Logistik handelt es sich um ein sehr breites Forschungsfeld, das bisher erst in den Anfängen steckt. So sieht der Aktionsplan Güterverkehr und Logistik zunächst einzelne Maßnahmen zur „Vereinbarkeit von Verkehrswachstum mit Umwelt- und Klimaschutz“ wie die Reduzierung der Emissionen im Güterverkehr oder die Transportkettenoptimierung mit standardisierter CO₂-Berechnung vor (BMVBS 2010a: 33). Forschungsbedarf besteht sowohl bezüglich der Anwendungsentwicklung und bei Markttests verschiedener technischer Lösungen als auch im Hinblick auf ökologische und ökonomische Potenziale. Dies gilt insbesondere für Innovationen im Bereich klimaangepasster, resilienter Logistik (nordwest2050 Konsortium 2012: 3).

Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme

Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme umfassen Batterietypen wie die Lithium-Ionen-Batterie, Ladesäulen und induktive Ladesysteme oder mobile Stromzähler. Die Systeme sind

Grundvoraussetzung und zentrale Elemente von Elektromobilität und Elektrofahrzeugen. Mobile Energiespeicher können aus Sicht des Energiesystems als Teilbereich eines breiten Spektrums an Energiespeichertechnologien eingeordnet werden (vgl. Förderinitiative Energiespeicher von BMBF, BMU und BMWi). Aus Mobilitätssicht ermöglichen Speicher- und Ladesysteme die Integration von Mobilität und Energienetzen und stehen damit für einen Systemwechsel im Bereich des Fahrzeugantriebs. Unter der Voraussetzung, dass die Energieversorgung auf regenerative Energiequellen umgestellt wird, kann Elektromobilität zu einer systemrelevanten Schlüsseltechnologie für die Green Economy werden, die einen maßgeblichen Beitrag zur Nutzung regenerativer Energien und zum Klimaschutz leistet. Politische Weichenstellungen für eine solche Energiewende wurden bisher jedoch nur in Deutschland gestellt.

Grundsätzlich werden sowohl das Umweltentlastungspotenzial als auch das Marktpotenzial mittel- bis langfristig als hoch eingeschätzt. Bis 2020 werden nach Einschätzungen der Firma Bosch weltweit allerdings von 100 Millionen neu produzierten Fahrzeugen nur drei Millionen Elektrofahrzeuge und Plug-in-Hybride sowie etwa sechs Millionen Hybridautos sein. Inwiefern mobile Energiespeicher sich für ein Lastmanagement bei volatiler Erzeugung regenerativer Energien eignen, gehört zu den anstehenden Forschungsfragen. Insgesamt befinden sich verschiedene Speicher- und Ladesysteme in Deutschland zurzeit in Erprobung. Darunter sind knapp 2.000 Ladestationen im Rahmen der Modellregionen Elektromobilität (BMVBS 2011: 18). Insbesondere Lithium-Ionen-Batterien wird eine hohe Relevanz für das europäische Energiesystem und für europäische Firmen zugeschrieben, wobei Japan einen großen Entwicklungsvorsprung besitzt, der u.a. durch die Innovationsallianz LIB aufgeholt werden soll (Doetsch 2009). Insgesamt befinden sich Energiespeicher- und Ladesysteme in der Phase der Anwendungsentwicklung und Erprobung. Auf dem Weg zur Markteinführung und –verbreitung sind in der Forschung noch deutliche Entwicklungsfortschritte zu erzielen, um einzelne Komponenten zu einem Gesamtsystem zu integrieren und Herstellungsprozesse günstiger zu machen sowie in der Infrastruktur die notwendigen Voraussetzungen zu schaffen.

Städtische Infrastruktur für Klein- und Kleinstfahrzeuge

Mikromobilität fasst verschiedene Klein- und Kleinstfahrzeuge zusammen, die entweder motorisiert oder nicht-motorisiert sind und für Kurzstrecken wie die erste oder letzte Meile in der Stadt genutzt werden (Fraunhofer IAO 2012; Sustainia 2012). Hierzu gehören Fahrräder und Transportfahrräder, Elektrofahrräder, Scooter, Segway oder neue Fahrzeugkonzepte wie Hiriko, Nils, Rak-E oder Twizy. In Kopenhagen nutzen bereits rund 70% der Bevölkerung Fahrräder und in China wurden 2011 mehr als 22 Millionen Elektro-Fahrräder verkauft. Für elektrische Scooter wurden 2011 alleine 27 Millionen Motoren produziert. Vielfalt und Angebot im Bereich der Mikromobilität nehmen immer mehr zu. Dies gilt insbesondere für Fahrzeuge mit Elektroantrieb. Für 2020 werden alleine von den großen Autoherstellern über 150 Fahrzeugmodelle für den globalen Markt der Mikromobilität erwartet (Frost und Sullivan 2012). Bei Motoren für elektrische Scooter wird bis 2020 mit einem jährlichen Wachstum von rund 6% pro Jahr und einem Marktvolumen von 46 Millionen Einheiten gerechnet (Fischer 2012: 4).

Erste Szenarien beschreiben, welche Veränderungen Mikromobilität und E-Mikromobilität für die städtische Infrastruktur bedeuten (Ahrend 2010). Demnach können in der Stadt breitere Spuren für „Langsamverkehr“ von Zweirädern oder kleinen Elektrofahrzeugen entstehen und teilweise reine Fahrradwege ersetzen. Auch Vorrangspuren und Privilegien für CO₂-freie Fahrzeuge, Fahrradspuren oder –schnellstraßen sowie Fahrradstationen sowie die City-Maut sind neue Anforderungen an die städtische Infrastruktur. Besonders in der Stadt kann Mikromobilität durch die Substitution von motorisiertem Individualverkehr einen relevanten ökologischen Beitrag leisten und sowohl Schadstoffemissionen als auch Lärmemissionen verrin-

gern und damit zur Lebensqualität und Aufwertung der Städte beitragen. Zum ökologischen Potenzial besteht jedoch ebenso erheblicher Forschungsbedarf wie bei der Erforschung bestehender und neuer Ansätze für die Gestaltung der städtischen Infrastruktur. Hierzu gehören auch Machbarkeitsstudien und Testgebiete. Im Zusammenhang mit neuen Fahrzeugkonzepten besteht Forschungsbedarf im Bereich der Anwendungsentwicklung sowie der Nutzer- und Anwendungsforschung.

Multimodale Mobilitätsmodelle und –systeme

Intermodale und multimodale Mobilität bedeuten eine bessere Verknüpfung der Verkehrsträger und neue Nutzungs- und Geschäftsmodelle für Mobilitätsprodukte und –dienstleistungen. Oft handelt es sich dabei um Produkt-Service-Kombinationen, etwa beim Car-Sharing, bei der Mobilitätskarte für den gesamten ÖPNV (Bsp. Hong Kong) oder Lieferdiensten mit Zweiradflotten (Sustainia 2012: 40). So stellt Car-Sharing eine neue Form des gemeinsamen Individualverkehrs dar, bei dem verschiedene Personen über eine Organisation (Verein, Genossenschaft, Car-Sharing-Anbieter) ein oder mehrere Autos gemeinsam nutzen. Viele Formen der Multimodalität werden durch Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)-Unterstützung und mobile Kommunikation erleichtert oder finden ein erhöhtes Marktpotenzial vor. So leben in den 250 deutschen Städten, in denen Car-Sharing angeboten wird, 30 Millionen Menschen und die Smart-Phone-Nutzung nimmt erheblich zu (Continental 2011). Am Beispiel von Car-Sharing lässt sich auch ein substantielles ökologisches Potenzial erwarten, da ein Car-Sharing-Auto vier bis zehn individuell genutzte PKW ersetzt und 70% der Fahrzeuge in der deutschen Car-Sharing-Flotte in die verbrauchsarmen Klassen der Klein- und Kleinstwagen einzuordnen sind (Bundesverband CarSharing e.V. 2008: 7; BMU 2009a: 133). In Deutschland, den USA, Frankreich oder China ist es nach wie vor aber für über 80% der Menschen wichtig, ein eigenes Auto zu besitzen (Continental 2011: 5). Demgegenüber verzeichnen Sharing-Modelle beispielsweise im Bereich von privater Wohnungsteilung enormen Zuspruch wie bei Airbnb mehr als zehn Millionen vermittelte Übernachtungen innerhalb von vier Jahren dokumentieren.

Um die Verhaltensänderungen von Verkehrsteilnehmern besser zu verstehen und antizipieren zu können, wird die Fortführung der sozialökologischen Mobilitätsforschung empfohlen. (BDI 2011: 82). Neben Forschungsbedarf zum Mobilitätsverhalten (Inter-/ Multimodalität) und zur Einstellung von Nutzern zu Verkehrsmitteln gibt es auch keine ausreichenden Erkenntnisse, wie sich ein ausgeprägt intermodaler Verkehr auf die Finanzierung der Infrastruktur auswirken würde. Sowohl über die Durchführung von Pilotprojekten, die Entwicklung von Szenarien, die Untersuchung von Geschäftsmodellen und Nutzungsformen als auch durch Akzeptanzstudien lässt sich erforschen, unter welchen Bedingungen Intermodalität erfolgreich und finanzierbar sein kann (BDI 2011: 81).

Intelligente Systeme zur Lärminderung

Lärm ist eines der stark vernachlässigten und unterschätzten Umweltprobleme in Deutschland und weltweit. Flugzeug-, Straßen- und Maschinenlärm werden als die am stärksten empfundenen Lärmbelastungen angesehen (BMU 2008). Zu den innovativen Lärmschutzsystemen gehören die Flüsterbremse und geräuscharme Drehgestelle für Bahnwaggons, geräuscharme Flugzeugtriebwerke oder mobiler Lärmschutz in Form von aufblasbaren Barrieren aus textilverstärkten Kunststoffmembranen für Baustellen (Fraunhofer Institut für Bauphysik 2009; BMU 2009a: 180). Bis 2020 könnte die Lärmemission der 135.000 in Deutschland fahrenden Waggons halbiert werden. Der Lärmreduktion kommt auch im Hinblick auf die Akzeptanz der verschiedenen Verkehrsträger eine wichtige Bedeutung zu (BMBF 2012: 42). Über die reinen Lärmschutzmaßnahmen in Form von Schallschutzwänden oder -fenstern hinaus gibt es bisher kaum innovative Lösungen, die beispielsweise über Navigationssysteme eine Lärmvermeidung in bestimmten Gebieten bewirken. Forschungsprogram-

me wie das Innovationsprogramm „Leiser Güterverkehr“ können bislang auch nur punktuell Anstöße liefern (BMBF 2012: 44). Die Vernachlässigung des innovativen Lärmschutzes kommt auch in der Forschung zum Ausdruck. Eine Marktabgrenzung ist insgesamt schwierig, da es sich um eine Vielzahl unterschiedlicher und oftmals integrierter Lösungen handelt.

Bedarfsfeldübergreifende Energielösungen

Geothermie zur Wärmeengewinnung

Auf Basis flacher Geothermie (bis 400 m Tiefe) werden schon heute jährlich Zehntausende Wärmepumpen zur Einzelobjektversorgung installiert. Durch tiefe Geothermie können zusätzlich Wärmepotenziale bis zu 5.000 m Tiefe zur Einspeisung in Wärmenetze erschlossen werden (BMU 2009b: 8). In der tiefen Geothermie werden jährlich aber nur wenige Objekte realisiert, sie ist damit in Deutschland noch in der Entwicklungs- und Erprobungsphase.

Die tiefe Geothermie stellt eine zusätzliche ganzjährig verfügbare und regenerative Wärmequelle dar, die die Abhängigkeit von fossilen oder aus Biomasse gewonnenen Brennstoffen reduzieren und die Resilienz der Wärmeversorgung erhöhen kann. Die Risiken in der Geothermie bestehen letztlich in der Fündigkeit. Es ist bisher nicht sicher vorherzusagen, in welcher geologischen Formation welcher Ertrag erzielt werden kann.

Die tiefe Geothermie ist deswegen eine systemrelevante Schlüsselinnovation, weil nur drei regenerative Primärenergiequellen für Wärme in Entwicklung befindlich sind: Brennstoffe aus Biomasse, deren Erzeugung durch die Flächenkonkurrenz mit Nahrung, Futter und NaWaRo enge Grenzen gesetzt sind, Solarthermie, die sich zwar in Einzelanlagen zunehmend verbreitet, aber deren Weiterentwicklung zu Solarkollektorfeldern mit Langzeitwärmespeichern nicht vorankommt, und eben flache und tiefe Geothermie.

Das Marktvolumen ist sehr groß. DLR, Fraunhofer IWES und IfnE (2012: 130) gehen davon aus, dass der Markt auf ca. 800 MW_{therm} tiefe Geothermie in 2050 wächst. Das BMU (2011: 53) sieht inklusive Wärmepumpen-Einzelanlagen einen realisierbaren Beitrag zur Wärmeversorgung in Höhe von 300 TWh/a. Um die Nutzung tiefegeothermischer Anlagen voranzutreiben, ist weitere Forschung zur Anwendung in unterschiedlichen Regionen sowie die Förderung weiterer Demonstrationsprojekte in Erwägung zu ziehen.

Solarkollektorfelder zur Nahwärmeversorgung

Solarkollektorfelder sammeln Sonnenenergie als Wärme und erwärmen Wasser, welches entweder direkt für Raumwärme, Warmwasser oder Prozesswärme zum Einsatz kommt, oder in einen Langzeitwärmespeicher eingespeist wird.

Aus den Daten der BMU-Leitstudie 2011 (DLR, Fraunhofer IWES und IfnE 2012: 126) lässt sich ableiten, dass im Jahr 2050 etwa 8% der Raumwärme als solare Nahwärme bereitgestellt werden sollen. Eine solare Nahwärmeversorgung erfordert die Einspeisung aus Kollektorfeldern, ein solarer Deckungsgrad von 30% ist aber nur in Kombination mit Langzeitwärmespeicherung zu erreichen. Dieser Wert wurde in Dänemark schon realisiert (Marstal Fjernvarme 2005). Solarkollektorfelder stellen damit eine zusätzliche regenerative Wärmequelle dar, die die Abhängigkeit von fossilen oder aus Biomasse gewonnenen Brennstoffen reduzieren und die Resilienz der Wärmeversorgung erhöhen kann.

Das Marktvolumen ist hoch. Sollen 7% der Raumwärme über solare Einzelanlagen bereitgestellt werden (DLR, Fraunhofer IWES und IfnE 2012: 126), müssten bis 2050 etwa 50% des Wohnungsbestandes mit solaren Einzelanlagen ausgestattet sein. Um weitere 8% des Raumwärmebedarfes über solare Nahwärme bereitzustellen, bedarf es tausender solarer Kollektorfelder. Forschungsaufgaben umfassen die Weiterentwicklung qualitativ hochwertiger und kostengünstiger Demonstrationsanlagen. Die Markteinführung könnte z. B. mit einem Programm "100 Solarkollektorfelder" gefördert werden.

Kleinanlagen zur Erzeugung regenerativer Wind- und Wasserkraft

Kleinwasserkraftanlagen, kleine Windkraft, dezentrale Solaranlagen u.a.m. sind zur Erschließung kleiner Potenziale sowie zur Versorgung dezentraler Netze in Entwicklungs- und Schwellenländern von Bedeutung. Die Größenordnung einschlägiger Anlagen liegt im Bereich von 5 kW bis 50 kW. Sie werden im Fall von Windkraftanlagen auf Hausdächern oder auf freier Fläche aufgestellt, im Fall der Wasserräder teils auch schwimmend auf Flüssen verankert,⁷² so dass keine wasserbaulichen Vorkehrungen zu treffen und keine Änderungen im Wasserstand zu erwarten sind.

Kleinskalige Anlagen können in allen Ländern zur Erschließung kleiner Potenziale beitragen. Durch regenerativen Strom lassen sich aber auch in Entwicklungs- und Schwellenländern umwelt- und gesundheitsschädliche Kerosinlampen, benzingetriebene Generatoren u.a.m. im Markt zurückdrängen. Damit tragen diese Anlagen nicht nur zur Deckung des Energiebedarfs und zum Klimaschutz bei, sondern verbessern zusätzlich im Fall der Kerosinlampen den Gesundheitsschutz. Gerade für Gebiete ohne Stromnetz dürften sich diese Anlagen als Schlüsselinnovation erweisen.

Das Marktvolumen ist hoch, da weltweit noch etwa 1,6 Milliarden Menschen ohne Zugang zum Stromnetz leben (Loew, Clausen, Hall et al. 2009: 23). Allein für kleine Wasserkraft sieht Thilak (2010, ohne Seitenangabe) ein Marktpotenzial für Anlagenzubau von 80 GW bis 2020. Forschungsaufgaben liegen im Bereich von Geschäftsmodellen. Auch wird es immer wieder erforderlich sein, für neue oder effizientere Anlagentypen Forschungs- und Entwicklungsförderung oder die Finanzierung von Demonstrationsanlagen zu ermöglichen.

Wasserräder für niedere Fallhöhen und große Durchflussmengen

Weltweit existiert ein gewaltiges ungenutztes Wasserkraftpotential im Bereich der niederen Fallhöhen und der großen Durchflussmengen, mit dem jährlich ca. 6.500 TWh Strom produziert werden könnten (Industrie- und Handelskammer (IHK) Braunschweig 2012). Die Erschließung dieses gewaltigen Wasserkraftpotenzials ist mit dem derzeitigen Stand der Technik weder wirtschaftlich noch technisch möglich. Die Turbinentechnologie ist z. B. in der Lage große Durchflussmengen zu verarbeiten, besitzt aber im Bereich der niederen Fallhöhen eine technische Einsatzgrenze von ca. 2 m. Klassische Wasserräder ebenso wie Wasserkraftschnecken sind für niedere Fallhöhen geeignet, können allerdings nur Durchflussmengen unterhalb von 6 m³/s verarbeiten. Ebenfalls bestehen für alle derzeit verfügbaren Technologien im betrachteten Bereich wirtschaftliche Einsatzgrenzen, da im Bereich der niederen Fallhöhen und großen Durchflussmengen ungeheure Kräfte und Drehmomente zu bewältigen sind. Besonders bei Turbinenanlagen steigen die Baukosten pro kW_{el} mit abnehmender Fallhöhe stark an, während der technische Wirkungsgrad bis zur Unwirtschaftlichkeit abnimmt.

Die Erschließung dieses großen Potenzials durch eine neue Wasserradtechnologie, wie sie gegenwärtig im Modellmaßstab an der Universität Braunschweig getestet wird (IHK Braunschweig 2012), leistet einen erheblichen Beitrag zur Bereitstellung regenerativer Energien sowie zum Klimaschutz, falls fossile Kapazitäten ersetzt werden können. Da dieses Potenzial im Wesentlichen an vorhandenen Wehren erschlossen werden kann, sind nur geringe Eingriffe in die Natur zu erwarten. Auch würde hier eine regenerative Stromerzeugungstechnologie erschlossen, deren Stromgestehungskosten ähnlich niedrig liegen würden wie in der konventionellen Wasserkraft.

⁷² Vgl. hierzu z.B. das Mikrowasserkraftwerk der Firma Smart Hydro Power : <http://www.smart-hydro.de/en/product.html> (Zugriff am 30.07.2012).

Das Marktpotenzial ist hoch, weltweit lässt sich an vorhandenen Wehren in großen Flüssen ein zusätzliches Wasserkraftpotenzial gewinnen, welches etwa 1.000 AKWs entspricht. Forschungsaufgaben liegen in der Demonstration der Technologie sowie in der genaueren Potenzialermittlung und im Aufbau von Geschäftsmodellen, die dieses Potenzial möglichst schnell erschließbar machen.

Langzeitwärmespeicher

Wärme fällt nicht nur oft am falschen Ort an, sondern auch oft zu Zeiten, zu denen sie nicht benötigt wird. So wird z. B. voraussichtlich erforderlich, in sommerlichen Nächten, in denen wenig Wind weht, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) zur Stromerzeugung zu Zeiten zu betreiben, zu denen die Wärme nicht zu Heizzwecken benötigt wird. Langzeitwärmespeicher würden mit einem Wirkungsgrad von ca. 50% diese Wärme im Herbst zum Heizen verfügbar machen (Nußbicker-Lux 2009: 5; Clausen, Bierter und Winter 2011: 39). Sollen zukünftig die knappen fossilen oder biomassebasierten Brennstoffressourcen durch solare Kollektorfelder ergänzt werden, ist ebenfalls ein Langzeitwärmespeicher erforderlich (DLR, Fraunhofer I-WES und IfnE 2012).

Langzeitwärmespeicher können als Wasser- oder Erdspeicher ausgeführt werden. Es gibt sie als Tank, als in den Boden eingebettetes Wasserbecken wie auch als Erdsondenfeld (Mangold, Riegger und Schmidt 2007). Langzeitwärmespeicher erhöhen die Effektivität der Nutzung von Abwärme aus KWK und machen die Nutzung von sommerlicher Wärme aus Solarkollektorfeldern überhaupt erst möglich. Insoweit sind sie in dem Fall als Schlüsselinnovation systemrelevant, wenn solare Kollektorfelder zur Wärmeversorgung beitragen sollen.

Das Marktvolumen ist groß. Aus den Daten der BMU-Leitstudie 2011 (DLR, Fraunhofer I-WES und IfnE 2012: 126) lässt sich ableiten, dass im Jahr 2050 mindestens 20% des Gebäudebestandes an Langzeitwärmespeicher angeschlossen sein müssten. Etwa 8% der Raumwärme sollen dann als solare Nahwärme bereitgestellt werden, ein Wert, für den Langzeitwärmespeicher nicht verzichtbar sind. Forschungsaufgaben umfassen die Weiterentwicklung qualitativ hochwertiger und kostengünstiger Demonstrationsanlagen. Die Markteinführung könnte z. B. mit einem Programm "100 Langzeitwärmespeicher" gefördert werden.

Umwandlung von Strom in Wasserstoff und Methan

In einer komplett regenerativen Stromversorgung müssen große Strommengen langfristig gespeichert werden, da sie zeitgleich nicht benötigt werden. Durch Elektrolyse von Wasser und anschließende Reaktion mit CO₂ wird überschüssiger Strom erst als Wasserstoff gespeichert und dann zu Methan umgesetzt (Haude 2011). Überschüssiger Strom, der zeitgleich nicht benötigt wird, ist im Winter durch Windstrom, im Sommer durch PV zu erwarten.

Zurzeit gibt es zwar Lösungen zur wirtschaftlichen Kurzzeitspeicherung von Strom (z. B. Pumpspeicherwerke oder Druckluftspeicher), aber keine zur effizienten Langzeitspeicherung. Die Umwandlung in Methan, die die Speicherung und den Transport großer Mengen von Energie in Erdgasspeichern und durch Erdgasnetze ermöglicht, ist daher trotz eines energetischen Wirkungsgrades von kaum über 65% attraktiv (Sternier, Pape, Saint-Drenan et al. 2010: 8). Der Beitrag zur Green Economy liegt darin, neben den knappen Ressourcen an biomassebasiertem Methan eine weitere Quelle für synthetisches Erdgas zu erschließen und damit einen Beitrag zur Versorgung der Industrie, der Fahrzeugflotte sowie der KWK-Anlagen mit Brennstoff zu leisten.

Das Marktvolumen ist hoch, der Speicherbedarf wird von Sternier, Pape, Saint-Drenan et al. (2010: 16) auf ca. 100 TWh_{el} geschätzt. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) (SRU 2011: 238) schlägt den Bau einer Leitung von 46 GW nach Norwegen vor, um dort bis zu 50 TWh überschüssigen Windstrom zu speichern (Hohmeyer 2012: 10). Forschungsaufgaben liegen in der Förderung von F&E sowie später in der Realisierung groß-

skaliger Demonstrationsanlagen. Durch ökonomische Forschung ist die Schnittstelle zwischen Strom- und Gasnetz zu explorieren und (auch gesetzliche) Rahmenbedingungen für die Umwandlung sind vorzuschlagen.

Klimaresiliente Energiesysteme

Durch den fortschreitenden Klimawandel sowie auch als Reaktion auf die Energiewende wird eine störungsrobuste Strom-, Gas- und Wärmeversorgung wichtiger. Klimaresiliente Systeme sind sowohl auf die Entlastung des Energiesystems in Stresssituationen gerichtet (z. B. Entlastung des Stromnetzes in Zeiten sommerlich geringer Kühlwasserverfügbarkeit für fossile Kraftwerke) als auch auf die Tolerierung klimawandelbedingter Veränderungen (z. B. Stromerzeugung auch bei hohen Temperaturen). Durch Erzeugung von Wind- und Solarstrom wird die Wetterabhängigkeit im Laufe der Zeit höher. Durch störungsrobuste Leitungen, Speicher und Steuerung des Verbrauchs (Demand Side Management) kann die Resilienz der Stromnetze jedoch verbessert werden.

Klimaresiliente Energiesysteme leisten einen Beitrag zur Sicherheit der Versorgung mit erneuerbarem (und fossilem) Strom und zur Energieeffizienz. Das Marktvolumen ist hoch, da sich hier eine hohe Zahl von Einzeltechnologien zuordnen lässt, deren Größe schon an der Diskussion um Investitionen in Netze und Speicher deutlich wird.

Forschungsaufgaben liegen in der F&E zu Einzeltechnologien, z. B. zu effizienten Langzeitspeichern, Supraleitung und Demand Side Management sowie in Verfahren des Systemmanagements, z. B. Simulation von Stromnetzen und Simulation von Auswirkungen des Klimawandels auf Erzeugung, Speicherung und Verteilung des Stroms. Auch ökonomische Forschung ist erforderlich. Die mit der Liberalisierung der Strommärkte 1998 eingeführte Marktökonomie muss vermutlich durch Aspekte einer Versorgungsökonomie ergänzt werden, da die Strommärkte schon heute erkennen lassen, dass die Finanzierung von neuen Kraftwerken oder Speichern über die konventionelle Marktökonomie nicht sichergestellt werden kann. Ähnlich, wenn auch weniger intensiv, ist der Handlungsdruck im Bereich der Wärme und der Gasversorgung.

Green Services

Mikrofinanzen

Mikrofinanzen zeichnen sich hauptsächlich durch zwei Eigenschaften aus: Erstens, die kleinen Summen, um die es geht; und zweitens, dass Zugang zu Finanzdienstleistungen für bislang ausgeschlossene Gruppen ermöglicht wird. Da nicht nur neue Kundengruppen angesprochen werden, sondern sich die Vorgehensweise (u.a. kollektive Haftung, alternative/fehlende Schuldensicherheiten, hohe Zahlungshäufigkeit) auch von konventionellen Finanzierungsansätzen grundsätzlich unterscheidet, kann von einer Grundlageninnovation gesprochen werden. Gängige Produkte, die sich in Entwicklungs- und Schwellenländern in der Diffusionsphase befinden, sind Mikrokredite, Mikrosparpläne sowie Geldtransferleistungen. Mikroversicherungsansätze befinden sich eher noch in der Phase der Anwendungsentwicklung und Pilotprojekte und sind noch sehr wenig verbreitet (DIW 2010: 2; Hoff, Warner und Bouwer 2005: 205). Obwohl Mikrofinanzen für und in Entwicklungsländern entwickelt wurden und heute hauptsächlich in Entwicklungsländern und Schwellenländern verbreitet sind, wurde das Finanzierungsmodell in den letzten Jahren auch für Industrieländer angepasst, bspw. in der EU, wo Bedarf aufgrund von fehlendem Zugang zum Finanzmarkt auch besteht (vgl. DIW 2009: 456).

Mit Ausnahme der Krisenjahre 2008 bis 2010 ist der Markt für Mikrofinanzen in den letzten zehn Jahren global rasant gewachsen (Gonzalez 2010: 1). Der Beitrag zu den Zielen einer Green Economy ist eher indirekt. Einerseits ermöglicht der Zugang zu Finanzierung vielen Menschen in Entwicklungs- und Schwellenländern erstmals überhaupt gesellschaftliche und

ökonomische Teilhabe. Andererseits werden über die sozialen Aspekte hinaus zunehmend auch ökologische Kriterien bzw. die Nachhaltigkeit der Geschäftsmodelle bei der Vergabe von Mikrokrediten beachtet (vgl. UNEP 2011: 612). Mikroversicherungen könnten sich in Entwicklungs- und Schwellenländern zudem als Teil der Lösung bei Klimaanpassung entwickeln (vgl. UNEP 2011: 20) – eine Herausforderung, die angesichts des Klimawandels wachsen wird. Forschungsbedarf besteht u.a. noch bei der Entwicklung von massentauglichen Modellen für Mikroversicherung sowie bei der Anpassung des Finanzierungsansatzes an die Gründerfinanzierung in Industrieländern.

Crowdfunding

Crowdfunding ist ein neuartiges, internetbasiertes Finanzierungsmodell, das die Mittel mehrerer kleinerer Geldgeber bündelt, um Vorhaben und Unternehmen mit Fremdkapital, Eigenkapital oder Spenden zu finanzieren. Anders als bei anderen Finanzierungsformen, bei denen der Investor seine Unternehmen selber selektieren kann (bspw. durch Aktienkauf in etablierten, börsennotierten Unternehmen, Venture Capital oder als Business Angels) erlaubt Crowdfunding dem Investor bereits mit sehr kleinen Summen anzufangen. Somit sind kleine Investoren nicht länger an Investmentfonds und an Intermediäre gebunden (vgl. Rubinton 2011). Diese „Disintermediation“ führt zu einer Dezentralisierung der Entscheidungsfindung und einer „Demokratisierung im Zugang zu Kapitalmärkten“ (Rubinton 2011: 12) – sowohl für den Investor als auch für den Begünstigten. Aufgrund dieser Auflösung der Abhängigkeit zwischen den Massen von Kleininvestoren und Intermediären kann Crowdfunding als Grundlageninnovation und Schlüsselinnovation im Finanzsektor eingestuft werden.

Ursprünglich hat Crowdfunding vornehmlich im kulturellen Sektor und Nonprofit-Bereich stattgefunden und sich dort in den letzten Jahren verbreitet. Mittlerweile werden Anwendungen für weitere Bereiche entwickelt, wie z. B. Darlehen an Privatpersonen und Investitionen in Start-ups. Für die ersten Anwendungen ist die Innovation somit bereits in der Diffusionsphase, für neuere Anwendungen eher bei der Anwendungsentwicklung, Prototypen und Markteinführung (vgl. Lehner 2012). Insbesondere scheint die auf Kernwerte basierende Investitionslogik hinter Crowdfunding kompatibel mit der Unternehmenslogik von nachhaltigkeitsorientierten Start-ups zu sein, die häufig einer Finanzierungslücke gegenüberstehen (vgl. Lehner 2012). Daher ist, obwohl indirekt, der mögliche Beitrag zu den Zielen einer Green Economy breit gefächert und hat eine große, sektorübergreifende Reichweite.

Das Marktpotenzial ist noch schwer einzuschätzen. Obwohl eine Fülle an Internetplattformen für Crowdfunding in den letzten fünf bis sechs Jahren entstanden sind und die Nachfrage vorhanden zu sein scheint, ist aufgrund der jetzigen Innovationsphase eine Konsolidierung bzw. das Schärfen von Geschäftsmodellen noch zu erwarten. Eine globale Verbreitung von Crowdfunding wäre denkbar, setzt allerdings einen Internetzugang voraus. Somit sind noch viele Interessenten in Entwicklungsländern und einigen Schwellenländern weitgehend von einer Teilnahme de facto ausgeschlossen.

Der Forschungsbedarf ist groß, da die Forschung zu diesem Thema noch ganz am Anfang steht (Lehner 2012). Themen wie u.a. Vertrauen und Anlegerschutz (vgl. Rubinton 2011), Wertschöpfung (im weiteren Sinne) für den Investor (vgl. Belleflamme et al. 2012), Kompatibilität mit geltender Finanzregulierung (Ausnahme: USA, Pope 2011) und für Gründerfinanzierung angepasste Geschäftsmodelle sind weitgehend noch unerforscht.

Nachhaltige Themenfonds

Nachhaltige Themenfonds als ein Teil von SRI („Sustainable and Responsible Investment“) umfassen Geldanlagen in Unternehmen bzw. Vorhaben, anhand derer spezifische Nachhaltigkeitsthemen gezielt gefördert werden sollen (bspw. Wasserqualität und -zugang, erneuerbare Energien, Ernährung, Biodiversität oder Recycling).

Nachhaltige Themenfonds könnten als Verbesserungsinnovation beschrieben werden, die sich in der Diffusionsphase befinden. Sie sind als Schlüssellösung zu betrachten, weil sie weltweit Geldströme in nachhaltigere Wirtschaftsstrategien in mehreren Sektoren lenken können. Allein im Wassersektor in Entwicklungs- und Schwellenländern wird die Finanzierungslücke auf US\$ 100 Milliarden pro Jahr geschätzt (UNEP 2011: 602). Des Weiteren bedarf es, um die globalen CO₂-Emissionen bis 2050 um die Hälfte zu reduzieren, zusätzlicher Investitionen in Höhe von US\$ 46 Billionen - US\$ 750 Milliarden pro Jahr von 2010 bis 2030 und US\$ 1.6 Billionen pro Jahr von 2030 bis 2050 (UNEP 2011: 591). Die Marktgröße ist bereits beachtlich: €35 Milliarden waren 2010 in Europa in solchen Fonds investiert (Eurosif 2010, 13). Diese Summe ist trotzdem relativ klein im Vergleich zu dem Gesamtbetrag, welcher in Europa in SRI investiert wird (1 Billion mittels „Kernstrategien“ (vgl. Eurosif 2010: 11), geschweige denn im Vergleich zum Gesamtbetrag an konventionellen Investments. Jedoch ist die Prognose für die Zukunft positiv, insbesondere weil sich Pensionsfonds zunehmend für diese Sparte interessieren (UNEP 2011: 620; Eurosif 2010: 14).

Die ökologische Bedeutung von nachhaltigen Themenfonds ist als hoch einzustufen, die Wirkung ist jedoch indirekt. Zum Beispiel wird im Bereich Biodiversität der Gesamtjahreswert von Ökosystemdienstleistungen in Naturschutzgebieten auf €3,7 Billionen geschätzt, welche es u.a. durch unterschiedliche Investitionsstrategien zu schützen gilt (Eurosif und oekom research 2009: 1). Nachhaltige Themenfonds investieren im europäischen Raum meist in „saubere Energietechnologien“, eine Tatsache, die den überwiegenden Fokus auf „Carbon Finance“ in der Diskussion weitgehend erklärt (vgl. UNEP 2011: 588).⁷³ Die nachhaltigen Themenfonds können allerdings zu mehreren Zielen der Green Economy beitragen. Inwiefern der Nachhaltigkeitsbeitrag gewährleistet werden kann, ist nicht immer ganz eindeutig: Dafür werden allerdings immer mehr Standards entwickelt, nach denen sich solche Investmentfonds richten können (bspw. finanzspezifische wie Equator Principles und allgemeine Standards wie Marine Stewardship Council (MSC), Forest Stewardship Council (FSC) oder Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO)) (vgl. Eurosif und oekom research 2009).

Green Cloud Computing (GCC)

GCC ist eine Weiterentwicklung des Cloud Computings. Cloud Computing selbst beschreibt den Ansatz, IT-Dienste dynamisch an den Bedarf angepasst über das Internet zu nutzen. Bei den IT-Diensten kann es sich z. B. um die Bereitstellung von IT-Infrastrukturen wie Server- und Speicherkapazitäten, aber auch um das Angebot von Softwarelösungen handeln. Beim GCC werden diese IT-Dienste so bereitgestellt, dass hierbei möglichst wenig Energie und andere Ressourcen benötigt werden. Hierzu können im Wesentlichen drei Mechanismen genutzt werden.

Erstens kann durch die gebündelte zentrale Bereitstellung der IT-Dienste deren Auslastung und Effizienz im Vergleich zur dezentralen Bereitstellung deutlich erhöht werden. Bei dezentraler Bereitstellung müssten die IT-Kapazitäten so ausgelegt werden, dass Lastspitzen abgefangen werden können. Eine niedrige Auslastung bedeutet hohen spezifischen Energie- und Materialbedarf. Da die eigentliche Rechenleistung in den Rechenzentren erbracht wird, ermöglicht der Einsatz von Cloud Computing als Systemlösung zudem die Verwendung von energie- und materialeffizienten Endgeräten.

Zweitens können bei der zentralen Bereitstellung von IT-Ressourcen über das Internet spezielle Cloud Computing-Rechenzentren genutzt werden, die deutlich effizienter arbeiten als

⁷³ Hinter „Carbon Finance“ verbergen sich jedoch breitere Strategien bezüglich der eingesetzten Finanzierungsinstrumente, bspw. unterschiedliche Anlageklassen, Venture Capital, Projektfinanzierung, Emissionshandel und CDM-Projekte.

herkömmliche Rechenzentren. Um solche Cloud Computing-Rechenzentren aufzubauen, existieren vielfältige, sich z.T. ergänzende Ansätze. So werden z. B. eigens entwickelte hocheffiziente Server eingesetzt, die speziell für die angebotenen Dienste entwickelt sind.

Der dritte Ansatzpunkt für GCC liegt in der Energienutzung. Cloud Rechenzentren können z. B. ausschließlich regenerativ erzeugten Strom nutzen. Außerdem können Sie räumlich so platziert werden, dass günstige klimatische oder andere räumliche Bedingungen genutzt werden. Hier reicht die Spannweite von der Ausnutzung niedriger Außentemperaturen oder die Platzierung an Gewässern für die Kühlung der Geräte bis hin zur direkten räumlichen Kombination von regenerativer Stromerzeugung und Rechenzentrum.

Über GCC ist somit zum einen eine Reduktion des Strom- und Materialbedarfs durch die mögliche höhere Effizienz des Cloud Computings erreichbar. Zum anderen ermöglicht die Nutzung regenerativ erzeugter Energie eine Vermeidung von CO₂-Emissionen für den Betrieb der Rechenzentren. Die Potenziale für GCC sind beträchtlich. Aktuell verbrauchen die Server und Rechenzentren in Deutschland 1,8% des elektrischen Stroms (Hintemann und Fichter 2012: 2). Laut Greenpeace ist weltweit mit einer Verdrei- bis Vervierfachung des durch Rechenzentren verursachten Stromverbrauchs bis zum Jahr 2020 zu rechnen, im Wesentlichen verursacht durch Cloud Computing (Cook und Van Horn 2011: 12ff). Es fehlen insgesamt aber noch belastbare Daten, die die Ressourceneinsparpotenziale von Cloud Computing belegen und vor allem ein kontinuierliches Monitoring, um mögliche Rebound-Effekte zu identifizieren.

Cloud Computing ist eine Schlüsselinnovation für effiziente IT-Nutzung. Da zudem die Informationstechnik selbst eine Schlüsselinnovation für effiziente Ressourcennutzung in anderen Branchen ist („Green durch IT“) kommt dem GCC eine doppelte Bedeutung zu. Es ist zu erwarten, dass der Markt für Cloud Dienste exponentiell wachsen wird und künftig den IT-Markt bestimmen wird: Für Deutschland erwartet die Experton Group eine Verachtfachung des Umsatzes mit Cloud Diensten zwischen 2010 und 2015 auf über acht Milliarden Euro jährlich (Experton Group 2010).

Insgesamt muss festgestellt werden, dass die Informationen zum Thema GCC bislang noch lückenhaft sind. Forschungsaufgaben liegen vor allem in der Weiterentwicklung der beschriebenen technischen Lösungen zur Erhöhung der Effizienz der Rechenzentren und in der Entwicklung von Methoden zum Monitoring und zur Bewertung der Umweltwirkungen von systemischen Cloud Computing-Lösungen.

"Grüne" Industrieparks/-gebiete

Die Vorteile von Industrieparks und Industrieclustern sind wohlbekannt: Bündelung und gemeinsame Nutzung der Ressourcen, geographische Nähe zu anderen Wirtschaftsakteuren, Netzwerk- und Clustereffekte, Beratung, ggf. Subventionen und Förderung (vgl. Chan und Lau 2005). Grüne Industrieparks oder Eco-Cluster weisen Wirkungen auf, die darüber hinausgehen. Diese Industriegebiete können das Nachhaltigkeitsprofil der beteiligten Unternehmen und Gemeinden auf zwei unterschiedliche Weisen erheblich verbessern bzw. stärken. Einerseits wird in einigen Fällen genau auf die Betriebsökologie geachtet und somit werden die Umweltauswirkungen, die durch die Produktionsweise und -stätten entstehen, stark reduziert. Andererseits ist in manchen grünen Industrieparks oder Eco-Clustern die Nachhaltigkeit der Produkte bzw. Dienstleistungen von zentraler Bedeutung. Dort, wo Ökoinnovation (bspw. Cleantech) im Mittelpunkt steht, können Synergieeffekte zwischen nachhaltigen Gründern bzw. Unternehmen bei der F&E erreicht werden.

Die letztere Art von Industrieparks ist in Industrieländern bereits in der Diffusionsphase, während die Erstere sich eher noch in der Prototypphase befindet. Der Beitrag zu einer Green Economy ist möglicherweise hoch: Eco-Cluster wurden in den 1990er Jahren als Keimzelle

in der Entwicklung zu einer nachhaltigen Industrie erkannt (Wallner 1999). Die ökologische Relevanz ist entsprechend hoch. Im Falle der Industrieparks, die auf Betriebsökologie achten, sind mögliche Wirkungen u.a. eine Senkung des Energieverbrauchs, Einsatz erneuerbarer Energien sowie die Optimierung des Einsatzes unterschiedlicher Ressourcen und des Managements (Produktionsressourcen, Arbeitsleistung, Flächenmanagement, Gebäudebewirtschaftung und Transport). Gesellschaftliche Aspekte können hier auch berücksichtigt werden, wie bspw. die Einbindung in die Stadt bzw. Gemeinde sowie Aufrechterhaltung von Investitionssicherheit und Arbeitsplätzen. Im Fall der Eco-Cluster, bei denen nachhaltige Produktentwicklung und Ökoinnovation im Vordergrund stehen, sind die Auswirkungen eher indirekt und beziehen sich auf die jeweiligen Produkte und Dienstleistungen. Zum möglichen Markt- und Verbreitungspotenzial besteht noch Forschungsbedarf.

Dienstleistungen für Klimaanpassung

Zentrales Ziel der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel und des im Sommer 2011 von der Bundesregierung beschlossenen „Aktionsplan Anpassung“ (Bundesregierung 2011a) ist es, „die systematische Berücksichtigung der Risiken und Chancen des Klimawandels in den Planungs- und Entscheidungsprozessen öffentlicher wie privater Akteure anzuregen und zu unterstützen. ... Dabei geht die Bundesregierung davon aus, dass der Klimawandel und dessen Folgen die vorausschauende Eigenvorsorge aller Akteure erfordert.“ (BMU 2011a: 1). In den vergangenen Jahren sind bereits erste Infrastrukturen und Service-Stellen zur Unterstützung öffentlicher und privater Akteure zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels geschaffen worden. Dazu zählen auf nationaler Ebene das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung beim UBA und das Climate Service Center. Neben diesen öffentlichen Einrichtungen kommt es bei der Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels aber auch darauf an, dass Dienstleistungen zur Verfügung gestellt werden, die öffentliche Einrichtungen, Unternehmen und Bürger in die Lage versetzen, die Folgen des Klimawandels erfolgreich zu bewältigen. Dazu zählen z. B.:

- Neuartige sektorenspezifische Versicherungslösungen, z. B. für Betriebsausfälle aufgrund von Lieferausfällen durch Extremwetterereignisse,
- Neuartige regional- und branchenspezifische Frühwarn- und Wetter-Prognose-Dienste, z. B. für die Routenplanung von Logistikunternehmen, die energieeffiziente Klimatisierung von Ställen oder den Betrieb von Windkraftanlagen,
- Neuartige Planungs- und Entscheidungsunterstützungssysteme, z. B. Software-Lösungen für die Entwicklung von Szenarien oder die Investitionsplanung,
- Climate-Proofing-Dienstleistungen z. B. für Kommunen oder große Infrastrukturunternehmen wie Wasserversorger, Hafenbetreiber, Flughafengesellschaften usw.,
- Klimaanpassungs-Consulting-Leistungen z. B. in besonders vulnerablen Sektoren wie Landwirtschaft, Tourismus oder Bauwirtschaft.

Bei Klimaanpassungsdienstleistungen handelt es sich überwiegend um Verbesserungsinnovationen, mit denen bestehende Dienstleistungen erweitert oder mit Blick auf die besonderen Herausforderungen des Klimawandels spezifiziert werden. Die neuartigen Service-Angebote können eine Schlüsselfunktion für eine leistungsfähige Anpassung an die Folgen des Klimawandels übernehmen, in dem sie sowohl für eine angemessene Risikovorsorge, das Erkennen von Innovationschancen der Klimaanpassung als auch für die Vermeidung von Fehlanpassungen und die Vermeidung von Fehlinvestitionen sorgen können. Derzeit entstehen bereits die ersten dieser neuen Klimaanpassungsdienstleistungen (vgl. nordwest2050 Konsortium 2012). Dabei kann zwischen Angeboten öffentlicher Einrichtungen

einerseits und Dienstleistungen von Unternehmen der Privatwirtschaft andererseits unterschieden werden. Abschätzungen zu Marktpotenzialen liegen derzeit noch nicht vor.

2.3.6 Auswahl von zehn Schlüsselinnovationen für die vertiefende Analyse

Bei der Identifizierung und Auswahl von Schlüsselinnovationen der “Green Economy” wird einem “Trichtermodell” gefolgt. Im vorangegangenen Abschnitt wurden aus einem Pool von 110 innovativen Technologien und Lösungen 32 Schlüsselinnovationen für die Green Economy ausgewählt. Im Folgenden werden nun – dem „Trichtermodell“ weiter folgend - aus den 32 Schlüsselinnovationen für eine Green Economy zehn Fälle ausgewählt. Diese werden dann in Kapitel 3.1 stellvertretend für den größeren Pool an innovativen Lösungen vertiefend auf Treiber und Hemmnisse untersucht.

Auswahlkriterien

Die Auswahl der zehn Schlüsselinnovationen erfolgt innerhalb der fünf Bedarfs-/Suchfelder anhand derselben vier Kriterien wie im vorangegangenen Abschnitt:

1. Innovationspotenzial für die Green Economy: Lassen Art und Grad der Neuartigkeit einen hohen Lösungsbeitrag für die Ziele eine Green Economy erwarten?
2. Systemrelevanz: Kommt der Innovation mit Blick auf das Nutzungssystem oder Bedarfsfeld eine wesentliche Rolle (Schlüsselrolle) zur Erreichung ökologischer Ziele zu?
3. Marktpotenzial: Ist die Technologie oder Lösung in der Lage, in bestimmten Märkten ein hohes Umsatzpotenzial zu erzeugen bzw. einen nennenswerten Marktanteil zu erreichen?
4. Forschungsbedarf: Besteht bei der Technologie oder Lösung ein Forschungsbedarf?

Bei der endgültigen Auswahl der zehn Schlüsselinnovationen wird neben den o.g. Kriterien auch berücksichtigt, ob sich diese möglichst breit verteilen auf:

1. verschiedene Stufen der Wertschöpfungskette
2. verschiedene Phasen des Innovationsprozesses (Grundlagenforschung, Anwendungsfor-schung, Prototypen/ Pilotanlagen-Phase, Markteinführung, Diffusion).

Methode und interviewte Experten

Zur Unterstützung der Auswahl von zehn Schlüsselinnovationen wurden im Zeitraum vom 11. bis 19. September 2012 insgesamt zwölf Experteninterviews durchgeführt. Jedes Interview ist in einem eigenen Interviewprotokoll dokumentiert. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Interviews befindet sich in Anhang IV. Die Funktion der Interviews bestand darin, zusätzliche Informationen und Argumente für eine wohlbegründete Auswahl von Schlüsselinnovationen zu erhalten und bei der Auswahl innerhalb des Forschungsteams heranzuziehen.

Bedarfsfeld Ernährung

Zentrale Antworten der Experten

Weitgehende Übereinstimmung herrscht bezüglich der Systemrelevanz der **Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor**, da die bekannten Phosphorreserven noch in diesem Jahrhundert zu Ende gehen werden und ein ertragsstarker Landbau ohne Phosphorgaben kaum vorstellbar ist. Die vorhandenen technologischen Lösungsvorschläge (Schließen der Kreisläufe direkt in der Landwirtschaft, durch Änderungen in der Architektur der Kanalisationssysteme sowie durch Klärschlammbehandlung) bieten wesentliches Innovationspotenzial, sind aber auch noch mit erheblichem Forschungsbedarf verbunden. Aufgrund der Ska-

leneffekte, die mit der flächendeckenden Einführung entsprechender Lösungen verbunden wären, sind erhebliche Marktvolumina zu erwarten.

Sowohl der konventionelle wie der ökologische Landbau scheinen letztlich ungeeignet, die Nahrungsmittelversorgung über das Jahr 2050 hinaus sicherzustellen. Aber eine sichere Nahrungsmittelversorgung ist absolut systemrelevant. Unabhängig davon, ob der konventionelle Landbau über die Zerstörung des Bodens durch Erosion und schädliche Wirkungen auf das Bodenleben und die Biodiversität nicht zukunftsfähig ist oder ob der ökologische Landbau u.U. die nötigen Erträge nicht erreicht, ist aus Sicht der befragten Experten die Schaffung eines nachhaltig, d.h. für Jahrhunderte funktionierenden Landbausystems eine der größten Herausforderungen der Gegenwart. Die Polarisierung zwischen den konkurrierenden Systemen sollte überwunden werden und durch Kombination der besten Elemente ein leistungsstarkes, **radikal neues Landwirtschaftssystem** mit einem besseren **Management der Stoffströme** entwickelt werden. Sowohl das Innovationspotential wie der Forschungsbedarf werden als sehr hoch eingeschätzt.

Ausgewählte Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Ernährung

Als Schlüsselinnovation im Problemfeld Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor bietet sich die **Klärschlammbehandlung** zur weiteren Analyse an. Sie leistet einerseits einen Beitrag zur Schließung des Kreislaufs, andererseits handelt es sich um eine kleine Technologiegruppe, für die Forschungsbedarfe und Innovationspotenzial abgeschätzt und Marktvolumina ermittelt werden können.

Ein Kernproblem nicht-nachhaltiger Landwirtschaft und ein wichtiges Element neuer Landwirtschaftssysteme ist das zu schlechte **Management der Stoffströme**, welches mit Blick auf die Nährstoffkreisläufe und die Humusbilanz deutlich verbesserungsfähig ist. Ausgehend von dem (systemrelevanten) Befund, dass die Agrarfläche zu knapp ist, ist es dringend geboten, eine Reihe von Ineffizienzen des Stoffstrommanagements in der Landwirtschaft zu beheben. Hier sind beispielhaft aufzuführen:

- Durch die Spezialisierung der Betriebe und die so faktisch in getrennten Regionen stattfindende Tier- und Pflanzenproduktion gibt es je nach Region erhebliche Düngerüberschüsse oder Unterdeckungen der Versorgung, die z. B. mit Güllebörsen (Vorbild Holland) auszugleichen wären.
- Durch Verhaltensroutinen, die übliche Betriebsführung und teilweise auch durch institutionelle Regeln werden immer noch vielfach Zwischenfrüchte oder Nebenprodukte wie Rübenblätter untergepflügt, statt auch diese Ströme zumindest in der Energieproduktion einzusetzen.
- Eine Kaskadennutzung der Feldfrüchte, z. B. zunächst Entzug medizinisch wirksamer Bestandteile, danach Verarbeitung der brauchbaren Pflanzenteile zu Lebensmitteln und Verwertung der Reste in der Energieproduktion, ist noch zu wenig verbreitet und bietet erhebliche Innovationspotenziale, ggf. auch in Kombination mit hierauf optimierten Pflanzenzüchtungen.
- Regionenübergreifende Konzepte zur Optimierung der Stoffströme fehlen.

Durch einschlägige Forschung ließe sich eine Vielzahl von Prozessinnovationen identifizieren, die sowohl die Resilienz wie auch die Effizienz des landwirtschaftlichen Systems erheblich steigern könnte. Eine flächendeckende Einführung würde hohe Marktvolumina in Beratung und Logistik generieren, primär aber auch die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft steigern helfen.

Für eine vertiefende Analyse in Kapitel 3.1 werden aus dem Bedarfsfeld Ernährung daher ausgewählt:

- Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm als Teil der Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor
- Stoffstrommanagement in der Landwirtschaft

Bedarfsfeld Wohnen

Zentrale Antworten der Experten

Sowohl die Systemrelevanz als auch das Marktpotenzial kann für **Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte** als erheblich eingeschätzt werden, weil sie einerseits einen globalen Ansatz haben und andererseits, wenn in Deutschland eine hohe Sanierungsquote erreicht ist, sie eine große Auswirkung auf den dann noch verbleibenden Energieverbrauch ausüben könnten. Die Konzepte spielen nicht nur in Deutschland oder Mitteleuropa eine Rolle, sondern insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern. Innovationsherausforderungen liegen hier noch u.a. in der Anbindung von Heizklimatechnik an Niedertemperatursysteme, Betonkernaktivierung sowie flächenaktivierte Systeme. Dies gilt sowohl für die Sanierung von Bestandsgebäuden als auch für den Neubau. Diese Möglichkeiten, bspw. im Bereich low exergy, sind noch nicht so stark durchgedrungen.

Für das **dezentrale Energiemanagementsystem in Gebäuden** ist der Forschungsbedarf noch hoch. Es gibt eine Vielzahl von Einzelkonzepten, aber noch wenig Systematisierung. Weitere Fragen, die noch erforscht werden müssen, sind folgende: Anpassung im Einzelfall, Sensorik/Aktorik-Abstimmung sowie die Festlegung zentraler Komponenten. Erst dann lassen sich die Einsparungspotenziale auch tatsächlich erreichen. Die Systemrelevanz solcher Systeme wird auch im Rahmen der Erneuerung und Sanierung der Gebäudebestände gesehen.

Gefehlt hat den Experten das Thema **Gebäudesanierung** als übergreifendes Gesamtkonzept. Dabei geht es den Experten nicht um das Hervorheben von Einzellösungen wie ökologische Wärmedämmung und Dämmstoffe, sondern um die Gesamtbetrachtung bezüglich Finanzierung, Erhöhung der Energieeinsparung auf Passivhausstandard usw., da diese systemrelevant seien. Es bestünde ein Bedarf an Systematisierung, Harmonisierung und Vereinheitlichung von Inhalten und Qualität.

Ausgewählte Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Wohnen

Sowohl Systemrelevanz als auch Marktpotenzial werden für die global relevanten Ansätze von **Kühlungs- und Klimatisierungskonzepten** als sehr hoch eingeschätzt. Innovationsherausforderungen bestehen immer noch bei der technischen Entwicklung, allerdings wird der Forschungsbedarf eher hauptsächlich in der Entwicklung von Diffusions- und Systemdienstleistungsmodellen gesehen, die neben den verfügbaren technischen Komponenten auch planerische Ansätze berücksichtigen.

Dezentrale Energiemanagementsysteme in Gebäuden bilden einen zentralen Baustein der Energiewende im Übergang von einem unidirektionalen zu einem bidirektionalen Energiesystem und bilden auch ein Element der Gebäudesanierung, welches einerseits eine Fülle an dezentralen Energieerzeugern integrieren muss und andererseits steigende Schwankungen in Energieeinspeisung aufgrund des größeren Einsatzes erneuerbarer Energien aufweisen wird. Innovationspotenzial besteht weitgehend in der Suche neuer branchenübergreifender Lösungen. Der Forschungsbedarf liegt insbesondere in der Entwicklung überzeugender, branchenübergreifender Geschäftsmodelle sowie der Aufschlüsselung der Verbraucherbedürfnisse und -potenziale in unterschiedlichen Kundengruppen. Angesichts der großen Anzahl geeigneter mehrgeschossiger Gebäude, der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme sowie europäischer Zielvorgaben zur Energieeffizienz kann zudem das Marktpotenzial als groß angesehen werden.

Für eine vertiefende Analyse in Kapitel 3.1 werden aus dem Bedarfsfeld Wohnen daher ausgewählt:

- Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte für Gebäude
- Dezentrale Energiemanagementsysteme für den Einsatz in Bestandsgebäuden

Bedarfsfeld Mobilität

Zentrale Antworten der Experten

Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme erfordern und ermöglichen eine grundsätzliche Änderung der Antriebstechnik in Verbindung mit einer kompletten Umstellung der Energieträger. Effiziente und resiliente Logistiksysteme umfassen eine Bandbreite an technischen Geräten und eine Berücksichtigung der Umweltwirkung. Hier ginge es um eine „richtige Revolution“ mit entsprechend hohem Innovationspotenzial.

Wenn regenerative Energie bereitgestellt wird, dann sind der Hebel und die Systemrelevanz bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen am höchsten. Andere Innovationen kämen „da nicht ran“.

Das Marktpotenzial ist am höchsten bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen. Effiziente und resiliente Logistiksysteme sowie städtische Infrastruktur für Klein- und Kleinstfahrzeuge kommen dann gleichauf, wobei letztere vor allem im globalen Maßstab ein hohes Potenzial hätten.

Bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen wird zwar schon sehr viel geforscht, aber der Forschungsbedarf ist hier auch am größten. Im Bereich umweltfreundlicher Schiffsantriebe ist das Potenzial eher hoch, aber durch Marktpotenzial begrenzt.

Ausgewählte Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Mobilität

Grundsätzlich liegt bei allen sechs in die engere Wahl gezogenen Schlüsselinnovationen ein großes Innovationspotenzial und ein großer Forschungsbedarf vor. Dabei kann grundsätzlich auch in allen Fällen auf bisherigen und laufenden Forschungsaktivitäten aufgebaut werden. Dies gilt beispielsweise für mobile Energiespeicher- und Ladesysteme wie für umweltfreundliche Schiffsantriebe.

Mit Blick auf die Herausforderungen einer Green Economy sind Innovationspotenzial und Forschungsbedarf bei **mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen** sowie bei effizienten und resilienten Logistiksystemen jedoch am höchsten zu bewerten. Unterstrichen wird diese Bewertung durch die hohe Systemrelevanz gerade bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen, die in Verbindung mit einer Energiewende eine große Breitenwirkung verspricht. Bei den mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen ist nicht nur das höchste Marktpotenzial zu erwarten, diese sind auch in den weiteren Bewertungskategorien an erster Stelle zu nennen und als erste Schlüsselinnovation ausgewählt. Ein effizientes und resilientes Logistiksystem kann ebenfalls als systemrelevanter Bestandteil einer globalen Green Economy bewertet werden.

Effiziente und resiliente Logistiksysteme am Beispiel „Grüner Logistik“: Mit Blick auf das steigende Gütertransportvolumen wird das Marktpotenzial für eine effiziente „grüne“ Logistik als hoch eingeschätzt. Gleiches gilt für das Innovationspotenzial. Bei der Forschung zu „Grüner Logistik“ handelt es sich um ein sehr breites Forschungsfeld, das bisher erst in den Anfängen steckt. Dementsprechend ist der Forschungsbedarf hoch. Forschungsbedarf besteht sowohl bezüglich der Anwendungsentwicklung und bei Markttests verschiedener technischer Lösungen als auch im Hinblick auf ökologische und ökonomische Potenziale.

Es ist zu betonen, dass auch die weiteren Lösungen im Bereich Mobilität einen wichtigen Beitrag zu einer Green Economy leisten können und in einem weiteren Zusammenhang mit den top-priorisierten Lösungen zu sehen sind.

Für eine vertiefende Analyse in Kapitel 3.1 werden aus dem Bedarfsfeld Mobilität daher ausgewählt:

- Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme
- Effiziente und resiliente Logistiksysteme am Beispiel „Grüner Logistik“

Bedarfsfeldübergreifende Energielösungen

Zentrale Antworten der Experten

Nicht nur aufgrund der aktuellen Überlastung der Stromnetze durch winterliche Windperioden mit erhöhter Windstromproduktion sowie sommerlichen Sonnenschein mit Wirkung auf die PV, sondern auch mit Blick auf die ökonomische Problematik der Investition in neue Spitzenlastkraftwerke und den Stromtrassenbau wird deutlich, dass in der Frage der **klimaresilienten Stromversorgung** Forschungsbedarf gegeben ist. Eine sichere Stromversorgung ist aber für Wirtschaft wie Privathaushalte hochgradig systemrelevant. Innovationspotenzial wird hier besonders bei der Systemintegration gesehen, also der Frage des Zusammenwirkens der einzelnen Komponenten und Technologien mit Blick auf die wesentlichen Rahmenbedingungen. Lösungen werden hier nicht nur technischer Art sein, auch ökonomische Rahmenbedingungen wie das „Marktmodell“ der Stromversorgung und die Frage, wie es gelingt, für Ideen wie das virtuelle Kraftwerk, Demand Side Management oder Stromspeicher funktionierende Geschäftsmodelle zu entwickeln und die Vorteile der Lösungen für Kunden wie Anbieter gleichermaßen attraktiv zu machen, sind Gegenstände vertiefter F&E. Aufgrund der Größe der Stromnetze und der Menge der Netzteilnehmer und Komponenten wird das Marktvolumen möglicher Lösungen hoch eingeschätzt.

Anders als bei der Stromversorgung ist die Frage eines **nachhaltigen Gesamtkonzeptes zur Wärmeversorgung** noch sehr offen. Einzelne Komponenten wie Wärmenetztechnologien und Solarkollektoren sind serienreif verfügbar, bei anderen fehlt noch eine erfolgreiche und aufskalierende Demonstrationsphase, wie z. B. bei geothermischer Wärmesowie ggf. Stromgewinnung und Langzeitwärmespeichern. Weitgehend fehlt darüber hinaus ein Wärmeversorgungskonzept, welches die Frage der Versorgung der Industrie mit Prozesswärme beantwortet, Schnittstellen zwischen Prozesswärme und Raumwärmeversorgung erkennen lässt und auch die Schnittstellen zwischen Wärmenetzen und Stromversorgung deutlich macht, wie sie sich z. B. durch Wärmespeicher an KWK-Anlagen (ggf. sogar in Kombination mit Großwärmepumpen) anbieten, die eine stärker stromgeführte Steuerung der KWK-Anlagen möglich machen würde und damit das Stromnetz entlasten würde. Hier ist sowohl Innovationspotenzial wie Forschungsbedarf gegeben. Da eine erfolgreiche Energiewende neben einer nachhaltigen Strom- auch eine nachhaltige Prozess- und Raumwärmeversorgung leisten muss, ist auch die Systemrelevanz hoch. Und allein der Aufbau, der mit Blick auf die „Langfristszenarien zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland“ erforderlichen Wärmenetze mit seinen Investitionen im dreistelligen Milliardenbereich, macht die Marktvolumina deutlich. Als Alternative stellte ein Interviewpartner eher die flächendeckende Raumwärmeversorgung mit elektrischen Wärmepumpen dar, aber auch dieser betonte die Bedeutung der langfristigen Sicherung der Prozesswärmeversorgung sowie der Integration von Wärme- und Kältenetzen in Innenstädten.

Alle Interviewpartner sahen auch bei der **Umwandlung von Strom in Wasserstoff und Methan** eine langfristig wesentliche Einzeltechnologie, um Strom- und Gasnetz zu verzahnen, die gleichzeitig bisher die einzige Perspektive für die langfristige chemische Speicherung großer Strommengen darstellt.

Ebenso schreiben auch alle Interviewpartner den **kleinskaligen Anlagen zur Erzeugung regenerativer Wind- und Wasserkraft** eine wesentliche Bedeutung als Technologie für die Energieversorgung von Off-Grid Regionen in der Welt zu und verbinden damit sehr große Exportmärkte.

Ausgewählte Schlüsselinnovationen bedarfsfeldübergreifender Energielösungen

Als Element einer klimaresilienten Stromversorgung ist das **virtuelle Kraftwerk**⁷⁴ von hoher Bedeutung, um als Reaktion auf zeitlich nicht steuerbare Strommengen aus Wind- oder Sonnenkraft möglichst viele andere Stromerzeuger steuerbar zu machen. Hierzu gehören z. B. KWK-Anlagen, die im Rahmen der Wärmespeicherfähigkeit von Wärmenetzen und Gebäuden auch stromgeführt betrieben werden können, aber auch Biogasanlagen, in denen begrenzte Biogasmengen gesammelt werden und die Stromversorgung insoweit hinausgezögert werden kann.

Als wesentliches Systemelement eines nachhaltigen Gesamtkonzeptes zur Wärmeversorgung sind **Langzeitwärmespeicher** eine Schlüsselinnovation, ohne die sommerliche Wärme aus Solarkollektorfeldern nicht saisonal gespeichert werden kann. Aber auch ganzjährig verfügbare industrielle Abwärme oder Abwärme aus auch im Sommer betriebenen KWK könnte durch Langzeitwärmespeicher zeitlich versetzt genutzt werden.

Für eine vertiefende Analyse in Kapitel 3.1 werden daher ausgewählt:

- Virtuelles Kraftwerk als Element einer resilienten Stromversorgung
- Langzeitwärmespeicher als integriertes Element im Gesamtsystem Wärmeversorgung

Suchfeld Green Services

Zentrale Antworten der Experten

Die **nachhaltigen Themenfonds** können ein hohes Innovationspotenzial entwickeln. Davon gibt es noch zu wenige und sie sind als strategischer Ansatz noch nicht wahrnehmbar genug. Sie können auch eine hohe Systemrelevanz entwickeln, wenn sie auch etwas breiter (bspw. erneuerbare Energien) aufgesetzt werden und nicht nur auf eine Innovation (bspw. Solarzellentechnologie) ausgerichtet sind. Das Gesamtsystem muss näher betrachtet werden und es muss überlegt werden, wie erwünschte Nachhaltigkeitseffekte erzielt und eben auch negative Nachhaltigkeitseffekte verhindert werden können. Forschungsprogramme auf Bundesebene zur Beachtung von Nachhaltigkeitswirkungen in der Finanzwirtschaft sind bisher nicht erkennbar.

Impact Investing (Nachhaltigkeitsinvestments mit messbaren Erfolgen im sozialen und ökologischen Bereich) wird als weiteres zukunftssträchtiges Anlagekonzept angesehen, das eine ähnlich große mögliche Reichweite hat. Impact Investment beinhaltet unterschiedliche Strategien wie Mikrofinanz, Community Investing, Social Business / Entrepreneurship Fonds.

GCC hat ein großes Innovationspotenzial, birgt allerdings auch die Gefahr von sekundären und tertiären Rebound-Effekten in sich. Eine Beachtung und Verhinderung dieser Effekte sollte zentraler Bestandteil der Entwicklung sein. Das Marktpotenzial gibt es darüber hinaus nicht nur bei GCC, sondern im gesamten IKT-Bereich.

⁷⁴ Die Innovation des virtuellen Kraftwerks wurde zunächst als Einzelinnovation des Bedarfsfeldes Wohnen untersucht, in den Experteninterviews jedoch mehrfach als zentral für das Energiesystem bezeichnet und letztlich zu den bedarfsfeldübergreifenden Energielösungen „verschoben“.

Ausgewählte Schlüsselinnovationen im Bedarfs-/Suchfeld Green Services

Es gab unter den Experten eine sehr breite Streuung in den Antworten (vgl. Anhang IV), was angesichts der Bandbreite der Kategorie „Green Services“ zu erwarten war. Deshalb ist die Auswahl der zwei Schlüsselinnovationen nicht eindeutig zu treffen.

Bezüglich der Schlüsselinnovation **nachhaltige Themenfonds** hoben die befragten Experten einhellig hervor, dass das gesamte Finanzsystem in seiner Breite nachhaltiger gestaltet werden muss. Angesichts der Finanzvolumina, die für die Entwicklung zu einer Green Economy in allen Wirtschaftszweigen erforderlich sind, bieten nachhaltige Themenfonds eine sehr gute Möglichkeit, die notwendige Größenordnung zu erreichen. Eine zentrale Herausforderung dabei ist die Erforschung und Entwicklung von Bewertungsmethoden, die die Gesamtauswirkungen der Investitionen ex ante einschätzen können. Hierfür wäre eine interdisziplinäre Kooperation zwischen Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften und Finanzwissenschaften vorteilhaft.

GCC kann dazu beitragen, dem weltweit stark steigenden Strom- und Materialverbrauch in Rechenzentren („Green in IT“) durch erhöhte Effizienz entgegenzusteuern. Des Weiteren besteht ein großes Potenzial in der Entwicklung von Anwendungen und Diensten durch den effizienten IT-Einsatz in anderen Branchen („Green durch IT“). Erwartet wird ein gewaltiges und exponentielles Wachstum im Markt für Cloud Computing-Dienste. Allerdings besteht ein erheblicher Forschungsbedarf bezüglich der Ressourceneinsparpotenziale und der Identifikation möglicher Rebound-Effekte.

Für eine vertiefende Analyse in Kapitel 3.1 werden daher ausgewählt:

- Nachhaltige Themenfonds
- Green Cloud Computing

Fazit

Mit Blick auf die in den vergangenen Abschnitten vorgestellten Bewertung wurden auf Basis der genannten Auswahlkriterien, der geführten Experteninterviews sowie einem ausführlichen internen Diskussionsprozess folgende zehn Schlüsselinnovationen für eine vertiefende Analyse von Treibern und Hemmnissen für eine Transformation der deutschen Wirtschaft zu einer Green Economy ausgewählt:

1. Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm als Teil der Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor
2. Stoffstrommanagement in der Landwirtschaft
3. Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte für Gebäude
4. Dezentrale Energiemanagementsysteme für den Einsatz in Bestandsgebäuden
5. Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme
6. Effiziente und resiliente Logistiksysteme am Beispiel „Grüner Logistik“
7. Virtuelles Kraftwerk als Element einer resilienten Stromversorgung
8. Langzeitwärmespeicher als integriertes Element im Gesamtsystem Wärmeversorgung
9. Nachhaltige Themenfonds
10. Green Cloud Computing

2.4 Strukturierung der Green Economy

Wie die Ausführungen in Kapitel 2.1, 2.2 und 2.3 zeigen, liegen bereits eine Reihe wichtiger Strukturierungen für die Green Economy vor. So orientieren sich bisherige Marktpotenzialabschätzungen für Deutschland und insbesondere Studien zur Abschätzung des Gesamtmarktes an Umwelttechnologien maßgeblich am Konzept „grüner“ Leitmärkte. Das BMU veröffentlichte 2006 eine Studie zum „Wirtschaftsfaktor Umweltschutz“ (BMU 2006), in der erstmals sechs Handlungsfelder als grüne Leitmärkte identifiziert werden. Dieselben finden sich, leicht verändert, im „Umweltwirtschaftsbericht 2011“ (BMU 2011b) und in „Green Tech Made in Germany 3.0 - Umwelttechnologieatlas für Deutschland“ (BMU 2012b) unter dem Begriff „Leitmärkte der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz“ wieder. Auch Kapitel 2.1 greift auf diese Strukturierung und die dafür verfügbaren Marktzahlen zurück, zeigt allerdings auch, dass diese bislang gängige Strukturierung nicht alle relevanten Handlungsfelder und Märkte einer Green Economy abdeckt. So fehlen darin z. B. die ökologische Landwirtschaft oder der mit Blick auf den immensen Investitionsbedarf für den Wandel zu einer Green Economy äußerst wichtige Finanzsektor (UNEP 2011: 575ff). Kapitel 2.1 zeigt auch, dass die sehr grobe Strukturierung nach „grünen“ Leitmärkten bzw. hoch aggregierten Marktpotenzialabschätzungen kaum unmittelbare forschungspolitische Schlussfolgerungen erlauben. Hier zeigt sich der Bedarf für umfassendere und differenziertere Strukturierungen der Green Economy.

Weiterhin verdeutlichen Kapitel 2.2 (Rahmenbedingungen) und 2.3 (Schlüsselinnovationen), dass die zeitpunktbezogene und eher statische Perspektive auf Sektoren und Märkte der Green Economy um eine dynamische und prozessuale Perspektive der Transformation ergänzt werden muss. Neben den dabei bereits genutzten zeitlichen Strukturierungen in Form von Phasenmodellen zeigt Kapitel 2.3 auch, dass ein systemisch-ganzheitlicher Blick auf die ökologischen Herausforderungen und Lösungsbedarfe einerseits sowie die dafür geeigneten Technologien und Innovationen andererseits notwendig ist. Aus diesem Grunde wurden die Schlüsselinnovationen für eine Green Economy u.a. in Hinsicht auf ihre Einbindung in Bedarfsfelder und Nutzungssysteme und ihre diesbezügliche Systemrelevanz bewertet und ausgewählt.

Neben den in den vorangegangenen Kapiteln bereits aufgegriffenen Strukturierungsansätzen bestehen zahlreiche weitere Ansätze und Publikationen, die sich um eine Konzeptualisierung der „Green Economy“ bemühen. Drei viel beachtete Publikationen stammen von der OECD (2011a), der EEA (EEA 2011) sowie dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP 2011).

Die OECD (2011a) behandelt Fragen einer Green Economy mit Hilfe des „Green Growth“-Konzeptes. Hierzu wird u.a. ein „Measurement framework for green growth“ mit vier wichtigen Indikatorgruppen vorgeschlagen (vgl. OECD 2011a: 21). Einen Strukturierungsansatz für die Green Economy selbst liefert der Ansatz aber nicht.

Die vergleichende Übersicht relevanter Themen („priority themes“) einer Green Economy, die von der EEA (EEA 2011) vorgenommen wurde, liefert eine klassifizierende Grobstrukturierung: „Green economy can refer to sectors (e.g. energy), topics (e.g. pollution), principles (e.g. polluter pays) or policies (e.g. economic instruments). It can also describe an underpinning strategy, such as the mainstreaming of environmental policies or a supportive economic structure“ (EEA 2011: 93). Die Publikation liefert selbst zwar keinen weitergehenden und detaillierten Strukturierungsansatz, verweist aber auf die dringende Notwendigkeit eines gemeinsamen Verständnisses der „Green Economy“ und empfiehlt dazu, auf den von der UNEP (2011) vorgelegten Bezugsrahmen aufzubauen: „For consistency with emerging international approaches, the framework should follow UNEP (2011)“ (EEA 2011: 136).

Die Studie der UNEP (2011) nimmt mit Blick auf die „Green Economy“ eine volkswirtschaftliche Makroperspektive ein, konzeptualisiert diese mit Hilfe eines „Kapitalansatzes“ (vgl. UNEP 2011: 17) und legt ihren Fokus auf Investitionen bzw. Investitionsbedarfe sowie die Auswirkungen auf das „Gesamtkapital“. Bei dieser primär ökonomischen Perspektive wird zwischen „Naturkapital“, „Humankapital“ und „built capital“ (vgl. UNEP 2011: 24), d.h. von Menschen erzeugtem Kapital wie Produktionsanlagen, Verkehrsinfrastrukturen usw. unterschieden. Bei der Analyse und der Entwicklung von Maßnahmen werden elf Sektoren („sectors“) innerhalb drei grundlegender Handlungsfelder differenziert: 1. Investitionen in Naturkapital (Landwirtschaft, Fischwirtschaft, Wasser, Wälder), 2. Investitionen in Energie- und Ressourceneffizienz (Erneuerbare Energien, Industrie, Abfall, Gebäude, Transport, Tourismus, Städte) sowie 3. Unterstützung der Transformation („transition“) hin zu einer Green Economy (Modellierung, ermöglichende Rahmenbedingungen („enabling conditions“) und Finanzierung). Zweifelsohne handelt es sich hier um zentrale Handlungsfelder für die Transformation zu einer Green Economy, die Strukturierung weist allerdings wesentliche Lücken und Inkonsistenzen auf. So fehlen z. B. die nicht-nachwachsenden Rohstoffe (Erze, Metalle etc.) und wichtige Wirtschaftszweige (z. B. Informations- und Kommunikationstechnologien, neue Medien), die als „supporting services“ für eine Transformation von erheblicher Bedeutung sein können. Außerdem mischt der „Sektoren“-Ansatz anbieterseitige Klassifikationen nach Branchen (Landwirtschaft, Industrie usw.), mit räumlich-infrastrukturellen Segmentierungen (Wälder, Gebäude, Städte, Transport, Wasser) und instrumentell-politischen Abgrenzungslogiken (Modellierung, Rahmenbedingungen, Finanzierung). Insofern behandelt die Studie zwar wichtige Themen und Handlungsfelder, bietet aber keine konsistente oder gar vollständige Strukturierung der „Green Economy“.

Aus den vorangegangenen Analysen lässt sich schlussfolgern, dass für die Strukturierung des Erkenntnisgegenstandes „Green Economy“⁷⁵ Ansätze von Nöten sind, die sowohl umfassend als auch konsistent sind. Weiterhin hat sich gezeigt, dass mit Blick auf Strukturierungsfragen zwei grundlegende Perspektiven besonders bedeutsam sind:

- Die **statische Perspektive**, die in Bezug auf einen bestimmten Zeitpunkt oder eine zeitlich begrenzte Erhebungseinheit (z. B. ein bestimmtes Jahr) die Struktur einer Green Economy bzw. ihrer Sektoren und Märkte beleuchtet.
- Die **dynamische Perspektive** auf den Transformationsprozess hin zu einer Green Economy, die einen längeren Zeitraum, Einflussfaktoren, Trends und prozessuale Dynamiken in den Fokus nimmt.

Mit Blick auf den gegebenen Rahmen der Studie wird im Folgenden absichtsvoll nur eine sehr begrenzte Zahl solcher Strukturierungsansätze vorgestellt, die für den Diskurs über die Transformation zu einer Green Economy sowie die forschungs- und innovationspolitischen Interventionsoptionen und damit auch für den weiteren Fortgang dieser Studie von besonderer Bedeutung sind.

⁷⁵ Aufbauend auf Vorarbeiten von UNEP (2011), BMU (2011: 68f) sowie BMBF und BMU (2012) wird Green Economy in der vorliegenden Arbeit im Zusammenhang einer nachhaltigen Entwicklung gesehen und als eine „international wettbewerbsfähige, umwelt- und sozialverträgliche Wirtschaft“ verstanden, „die Ökologie und Ökonomie positiv verbindet, gesellschaftliche Wohlfahrt steigert, Armut bekämpft und soziale Gerechtigkeit anstrebt“ (BMBF und BMU 2012a: 1). Als Teilkonzept einer nachhaltigen Entwicklung wird die Green Economy als „innovationsorientierte Wirtschaft“ (BMU 2011b: 68) charakterisiert, bei der „ökologische und soziale Auswirkungen reflektiert und Umweltschäden und Risiken sowie deren gesellschaftliche Folgen bei wirtschaftlichen Entscheidungen angemessen berücksichtigt [werden]. Nur der Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und die Beachtung der Tragfähigkeit der Ökosysteme (Planetary Boundaries) sichert langfristig die Möglichkeit einer dynamischen wirtschaftlichen Entwicklung und des sozialen Zusammenhalts. Beides sind wichtige Voraussetzungen für den Schutz der Umwelt.“ (BMBF und BMU 2012a: 1).

2.4.1 Statische Perspektive: Zeitpunktbezogene Strukturierungsansätze

Bei einer zeitpunktbezogenen Betrachtung kommt mit Blick auf eine Green Economy grundsätzlich eine Vielzahl möglicher Strukturierungsansätze in Frage. Von diesen zeitpunktbezogenen bzw. statischen Strukturierungsansätzen sollen hier drei vorgestellt werden, die insbesondere mit Blick auf die operative Abgrenzung und statistische Strukturierung einer Green Economy wichtige Bezugspunkte bilden können. Dabei handelt es sich um:

- Die Erhebung von Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz des Statistischen Bundesamtes,
- die Leitmärkte der Umwelttechnik nach BMU sowie
- die Klassifikation von Umweltschutzgütern und Dienstleistungen nach Eurostat.

Auf diese soll im Folgenden eingegangen werden.

Erhebung von Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz

Das Statistische Bundesamt (DESTATIS) und die statistischen Landesämter erheben seit 1997 jährlich den Umsatz mit Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz (aktuelle Daten und Methode in Statistisches Bundesamt 2011). Mit der Novellierung des Umweltstatistikgesetzes (BMJ 2005) werden seit 2006 auch die Bereiche erneuerbare Energien, Energieeinsparung und Vermeidung klimaschädlicher Emissionen einbezogen und zusätzlich die Anzahl der in den Erhebungseinheiten mit der Herstellung von Waren und der Erbringung von Bau und Dienstleistungen für den Umweltschutz Beschäftigten erhoben. In einer schriftlichen Befragung werden Einrichtungen folgender Wirtschaftszweige erfasst: Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe, Energieversorgung, Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen, Baugewerbe, Architektur- und Ingenieurbüros, Institute und Einrichtungen, die technische, physikalische und chemische Untersuchungen, Beratungen, Gutachten und Projektbetreuungen durchführen sowie andere Dienstleistungen.

Mit Blick auf die Green Economy enthält diese Strukturierung zwar wichtige, aber keineswegs alle relevanten Sektoren. So fehlen z. B. die mit Blick auf den Erhalt des Naturkapitals besonders relevanten Bereiche Land-, Forst- und Fischwirtschaft. In neueren Erhebungen werden daher neben den emissions- bzw. outputbezogenen Umweltschutzaktivitäten verstärkt auch inputbezogene Ressourcenaspekte aufgegriffen. Dabei wird auf die Klassifikation der Ressourcenmanagementaktivitäten (CreMA) von Eurostat zurückgegriffen (vgl. Stat. Bundesamt 2012: 4), die im Folgenden noch vorgestellt wird.

Die Leitmärkte der Umwelttechnik nach BMU

Eine andere Herangehensweise an die Klassifizierung von Umweltwirtschaft und Umwelttechnik ist die Unterteilung in grüne Zukunftsmärkte. Das BMU veröffentlichte 2006 eine Studie zum „Wirtschaftsfaktor Umweltschutz“ (BMU 2006), in der erstmals sechs Handlungsfelder als grüne Leitmärkte identifiziert werden. Dieselben finden sich, leicht verändert, im „Umweltwirtschaftsbericht 2011“ (BMU 2011b) und in „Green Tech Made in Germany 3.0 - Umwelttechnologieatlas für Deutschland“ (BMU 2012b) unter dem Begriff „Leitmärkte der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz“ wieder:

- Umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung,
- Energieeffizienz,
- Nachhaltige Wasserwirtschaft,
- Nachhaltige Mobilität,

- Rohstoff- und Materialeffizienz sowie
- Kreislaufwirtschaft.

Die Leitmärkte der Umwelttechnik sind übersichtlich und leicht verständlich. Allerdings fehlt ihnen ein detaillierter Kriterienkatalog, um sie genau voneinander abzugrenzen. Die Leitmärkte sind technisch ausgerichtet. Dienstleistungen werden, trotz wachsender Bedeutung, nur wenige eingeordnet. Die BMU-Leitmärkte finden sich mit einer Ausnahme in der Eurostat EGSS-Klassifikation unmittelbar wieder. Das Bedarfsfeld Nachhaltige Mobilität bildet dort selbst keine eigene Erfassungskategorie, sondern kann über die umweltschutzbezogenen Produkte und Dienstleistungen der entsprechenden Wirtschaftszweige erfasst werden.

Classification of the Environmental Goods and Services Sector

Der Ansatz zur Klassifizierung von Umweltgütern und Umweltdienstleistungen der Europäischen Statistikbehörde Eurostat kann als der bislang umfassendste und konsistenteste Ansatz zur Strukturierung der Anbieterseite einer Green Economy eingestuft werden.

Das Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaft entwickelte 1994 ein System zur Sammlung von wirtschaftlichen Umweltinformationen „*European System for the Collection of Economic Information on the Environment*“ (SERIEE) (EC 1997). Ziel war es, die Beziehung zwischen Wirtschaft und Umwelt auf Basis der nationalen Statistiken der EU-Länder beschreiben und miteinander vergleichen zu können, um so den Trägern der Umweltpolitik eine umfassende Informationsbasis zu bieten.

Das SERIEE-Berichtssystem unterscheidet hauptsächlich zwischen Tätigkeiten und Transaktionen mit folgenden Zielen:

- Verringerung und Vermeidung von Umweltbelastungen bzw. Überwachung und Sanierung der Umwelt (Erfassung im Satellitenkonto „Umweltschutzausgaben“),
- Nutzung der Umwelt (Erfassung im Satellitenkonto „Verwaltung natürlicher Ressourcen“).

Zusätzlich wurden auch die Angebote der Umweltschutzwirtschaft („eco-industries“) erhoben. Darunter fallen zum Beispiel die Erstellung von Gütern und Dienstleistungen zur Messung oder Beseitigung von Umweltschäden.

Heute gelten aber die ökonomischen Aktivitäten im Bereich des Ressourcenmanagements zusätzlich als wesentlich für das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung. 2009 veröffentlichte Eurostat daher eine neue Methodologie zur Erhebung von Daten über den Sektor umweltbezogener Güter und Dienstleistungen (Eurostat 2009), die auf der OECD Methodik zur Datenerhebung in der „Environmental Goods and Services Industry“ aufbaut (OECD 1999). Nach der neuen Version wird die Kategorie Umweltschutz (Classification of Environmental Protection Activities), die sich auf die Emissionen bzw. „outputs“ wirtschaftlicher Aktivitäten bezieht, in Anlehnung an die SERIEE-Klassifizierung (EC 1997) differenziert in:

- „1: Protection of ambient air and climate,
- 2: Wastewater management,
- 3: Waste management,
- 4: Protection and remediation of soil, groundwater and surface water,
- 5: Noise and vibration abatement,
- 6: Protection of biodiversity and landscape,
- 7: Protection against radiation,
- 8: Research and development,

9: Other environmental protection activities.“ (Eurostat 2009: 44).

Für die Hauptkategorie Ressourcenmanagement, die sich auf Ressourcen-„Inputs“ wirtschaftlicher Aktivität bezieht, wurde eine komplett neue Klassifikation erstellt, die CREMA⁷⁶:

„10: Management of waters,

11: Management of forest resources,

11 A: Management of forest areas,

11 B: Minimisation of the intake of forest resources,

12: Management of wild flora and fauna,

13: Management of energy resources,

13 A: Production of energy from renewable sources,

13 B: Heat/energy saving and management,

13 C: Minimisation of the intake of fossil resources as raw material for uses other than energy production,

14: Management of minerals,

15: Research and development,

16: Other natural resource management activities.“ (Eurostat 2009: 45).

Eurostat bindet die Zuordnung eines Gutes zu einer der Kategorien an die mit der Entwicklung und Produktion verbundenen Zwecke und Ziele. Ein Umweltschutzgut ist damit nur dann ein Umweltschutzgut, wenn es explizit als solches entwickelt und produziert wird (Eurostat 2009: 29). Man geht sogar soweit, Produkte, die zwar einen Umweltnutzen haben, bei denen dies jedoch nicht der angestrebte Zweck ist, aus der Kategorie explizit auszuschließen: „All technologies, goods and services, the main purpose of which (according to the technical nature or the producer's intention) is not an environmental purpose, are not included in the EGSS even if the technology or product has a favourable impact on the environment“ (Eurostat 2009: 32).

Abgesehen von dieser Einschränkung, die aus Sicht der Autoren als wenig zweckmäßig eingestuft wird,⁷⁷ scheint der Ansatz der EGSS gut geeignet, die anbieterseitige Struktur der Green Economy zu beschreiben. Gleichwohl ist die EGSS-Methodik im Detail noch unvollständig, da sie z. B. die Umweltschutzkategorie „Boden“ ohne weitere Begründung per Definition ausschließt (Eurostat 2009: 95).

Mit der Eurostat-Methodik setzt die Erhebung an den (meisten) Zielen der Green Economy an, analysiert Probleme und Lösungen und ordnet die gefundenen Produkte und Dienstleistungen dann systematisch in die (nationale) Wirtschaftszweigestatistik ein. Auf diese Weise können in jeder Branche und Wirtschaftskategorie prinzipiell umweltbezogene Produkte und Dienstleistungen identifiziert und der EGSS-Statistik zugeordnet werden. Die Methode vermeidet daher den Nachteil der Leitmarktmethode des BMU oder des SERIEE-Berichts-

⁷⁷ Bei der Analyse von Nachhaltigkeitsinnovationen stießen Fichter, Beucker, Noack und Springer (2007) auch auf Innovationen, deren Potenzial erst nachträglich entdeckt wurde, die aber für die Green Economy als bedeutungsvoll erscheinen. Solche Produkte nur aufgrund einer primär anderen Intention aus der Statistik auszuschließen erscheint zumindest als zweifelhafte Methode. Als weiterer Kritikpunkt kommt hinzu, dass die Erfassung der ursprünglichen Ziele und Zwecke einer Produktentwicklung auf erhebliche Probleme in der Datenerhebung stoßen dürfte, da diese nirgendwo dauerhaft dokumentiert werden.

systems, die ex ante Sektoren und Märkte abgrenzen und dann genau für diese Daten erheben. Mit diesem Matrix-Ansatz können neue Problemlösungen, die bei der Aufstellung der jeweiligen Systematik nicht bedacht wurden, nicht berücksichtigt werden. Dies kann zumindest theoretisch bei der Eurostat-Methode nicht geschehen. Ob die Komplexität des oben beschriebenen Ablaufs jedoch der effizienten Bearbeitung letztlich zugänglich ist, müssen die Erfahrungen mit der Berichtserstellung durch Eurostat und nationale Statistiker zeigen.

Abbildung 21: Kombination von Wirtschaftszweigsystematik und Umweltzielen in der EGSS-Methodik

EUROSTAT (2008)		EUROSTAT (2009)															
Sektoren und Wirtschaftszweige		Environmental Protection									Resource Management						
		CEPA									CReMA						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei																
B	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden																
C	Verarbeitendes Gewerbe			Umweltklassifikation: Beispiele													
D	Energieversorgung			CEPA 1		Protection of ambient air and climate											
E	Wasserversorgung: Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen			CEPA 3		Waste management											
				CEPA 6		Protection of biodiversity and landscape											
F	Baugewerbe			CReMA 10		Management of waters											
G	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen			CReMA 13A		Management of energy resources: renewable energy											
				CReMA 13B		Management of energy resources: heat/energy saving											
H	Verkehr und Lagerei																
I	...																

Umweltklassifikation: Beispiele

CEPA 1 Protection of ambient air and climate

CEPA 3 Waste management

CEPA 6 Protection of biodiversity and landscape

CReMA 10 Management of waters

CReMA 13A Management of energy resources: renewable energy

CReMA 13B Management of energy resources: heat/energy saving

Quelle: Borderstep Institut, basierend auf Eurostat 2009

2.4.2 Die dynamische Perspektive auf den Transformationsprozess

UNEP definiert Green Economy als Wirtschaftsform, „die zu mehr Wohlfahrt und sozialer Gleichheit führt und dabei Umweltrisiken und ökologische Knappheiten deutlich reduziert“ (UNEP 2011: 16), übersetzt durch die Verfasser). Das BMU versteht Green Economy als eine innovationsorientierte Wirtschaft, die ihre Schadstoffeinträge reduziert, Stoffkreisläufe schließt, den Ressourcenverbrauch absolut senkt, langfristig eine auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung erreicht, Artenvielfalt erhält und natürliche Lebensräume wiederherstellt (BMU 2011b: 68f). Hierfür sind sowohl etablierte Wirtschaftszweige ökologisch und ökonomisch zu transformieren als auch neue, rasch wachsende Zukunftsmärkte zu erschließen. Bei diesen Konzeptionen ist die Green Economy in erster Linie ein umwelt- und wirtschaftspolitisches Ziel, dessen Erreichen sich durch bestimmte Dynamiken charakterisieren lässt und eher überkommene Strukturen in neue Qualitäten überführt.

Zur näheren Strukturierung dieser dynamischen Perspektive sind vier Strukturierungsansätze besonders relevant:

- Mehrebenenmodelle der Transformation,

- Einflussfaktoren von Innovations- und Diffusionsprozessen von Nachhaltigkeitsinnovationen,
- Politische Interventionsfelder einer Green Economy sowie
- Pionierrollen im Innovations- und Diffusionsprozess.

Auf Mehrebenenmodelle der Transformation und die Pionierrollen im Innovations- und Diffusionsprozess soll im Folgenden eingegangen werden. Die Einflussfaktoren von Innovations- und Diffusionsprozessen sind für die Analyse von Treibern und Hemmnissen besonders relevant und werden daher zu Beginn von Kapitel 2.1 vorgestellt. Die politischen Interventionsfelder wiederum sind für die Diskussion der Stärken und Schwächen in Kapitel 3.2 von zentraler Bedeutung und werden deshalb dort erörtert.

Mehrebenenmodelle der Transformation

Die Analyse von Treibern und Hemmnissen sowie von Interventionsoptionen und Handlungsansätzen für die Entwicklung hin zu einer Green Economy verlangt ein grundlegendes Konzept gesellschaftlicher Transformationsprozesse. In der Transformationsforschung lassen sich verschiedene Modelle zur Strukturierung von Transformationsprozessen finden, die für die Transformation hin zur Green Economy fruchtbar gemacht werden können. Das auf Geels (2002) zurückgehende und vom WBGU aufgegriffene Mehrebenenmodell (WBGU 2011: 100) bietet eine geeignete Grundlage, um die Dynamiken der Transformation umfassend und systematisch zu analysieren.

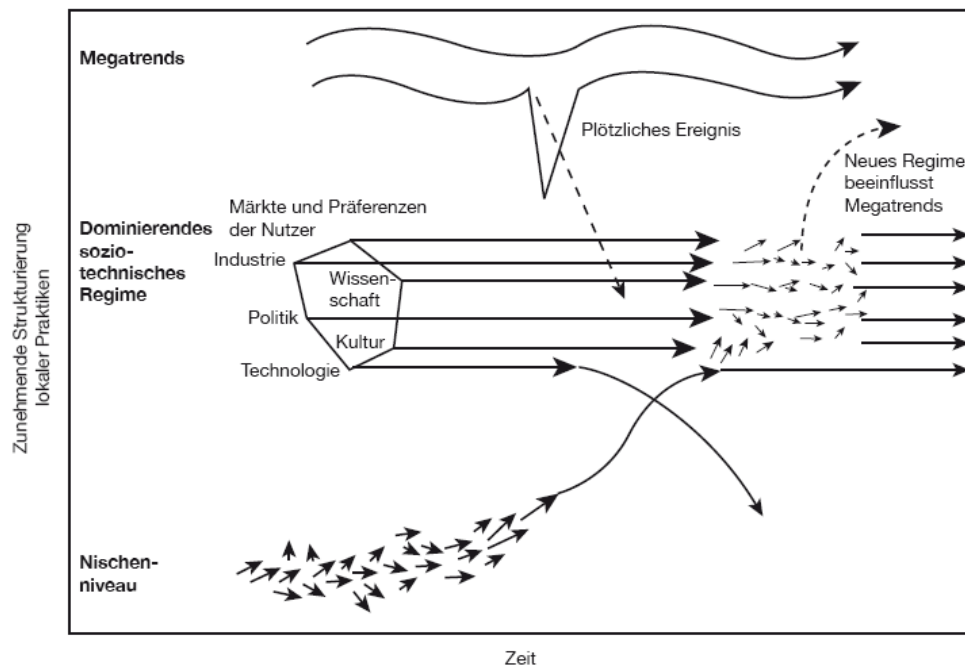
Das Mehrebenenmodell des WBGU konzeptualisiert Transformationen als Zusammenspiel von Dynamiken auf drei Ebenen (Geels 2002: 1260ff):

- Systemen, die sich nur sehr langsam verändern, wie Megatrends oder andere Strukturen und Faktoren, in die sozio-technische Systeme eingebettet sind,
- den ebenfalls sich nur langsam ändernden sozio-technischen Regimen und
- technologischen Nischen, in denen bedeutende Grundlageninnovationen für die Transformation entstehen.

Die handelnden Akteure unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Rollen im Transformationsprozess. Während das dominierende sozio-technische Regime (WBGU 2011: 100) mit seinen Technologien von etablierten Wirtschaftssektoren, Wissenschaft und Politik sowie den gemeinschaftlichen Institutionen und Regeln getragen und letztlich stabilisiert wird, sind auf dem Nischenniveau Pioniere aktiv: z. B. am Klimaschutz orientierte Unternehmer, Wissenschaftler und Mitglieder von Nichtregierungsorganisationen.

Geels (2002: 1263) stellte die Dynamik des Zusammenwirkens der drei Ebenen (langfristiger Rahmen und Megatrends, sozio-technische Regime, Nischen) in einer Grafik dar, die auch vom WBGU (2011: 100) zur Beschreibung der "Großen Transformation" aufgegriffen wurde:

Abbildung 22: Mehrebenenmodell zur Analyse von Transformationsprozessen



Quelle: WBGU 2011: 100, basierend auf Geels 2002

Für die Strukturierung von Transformationsprozessen hin zu einer Green Economy lässt sich anführen, dass das Modell wichtige Elemente der Transformation differenziert: Megatrends, Schlüsselereignisse, Akteure, gesellschaftliche Praktiken, Normen und institutionelle Bedingungen sowie Technologien und neue Lösungen, die alle als Treiber bzw. Hemmnisse für die Transformation wirken können.

Der Vorteil eines Mehrebenenmodells liegt darin, dass unabhängige, aber sich wechselseitig beeinflussende Handlungsebenen im Zeitverlauf betrachtet und analysiert werden können. Bei der Analyse von Treibern und Hemmnissen kann dann z. B. nach dem Entwicklungsstand der betreffenden Nachhaltigkeitsinnovation gefragt werden, also danach, ob diese sich noch in der Grundlagenforschung, der Anwendungsforschung oder im Prototypen- und Pilotanlagenstadium befinden, ob sie bereits auf „Nischenniveau“ am Markt verfügbar sind oder sich gar am Markt bzw. in veränderten sozio-technischen Systemen etabliert haben. Das WBGU-Mehrebenenmodell erlaubt die Analyse der Wechselbeziehungen zwischen jungen innovativen Nachhaltigkeitslösungen im Verhältnis zu etablierten Technologien oder Märkten. Weiterhin ist auch die Ebene von gesellschaftlichen Megatrends sowie plötzlich auftretenden Schlüsselereignissen (z. B. Atomunfall von Fukushima) in Betracht zu ziehen, die maßgeblichen Einfluss auf die Durchsetzungsbedingungen neuer Technologien haben können.

Für die Charakterisierung der Green Economy ist festzuhalten, dass zwischen Akteuren der Veränderung und Akteuren mit dem Interesse an Aufrechterhaltung sozio-technischer Regime unterschieden werden muss. Beide finden sich in Wirtschaft und Wissenschaft genauso wie in Politik und Verwaltung. Sowohl Geels (2002) wie auch der WBGU (2011) schreiben die Fähigkeit zu grundlegenden Veränderungen eher den Nischenakteuren zu, während sie bei den Akteuren der etablierten sozio-technischen Regime eher die Fähigkeit zur Verbesserung des Bestehenden wahrnehmen. Besonders mit Fokus auf Akteure der Wirtschaft haben auch Fichter und Clausen (2012 und 2013) durch die Untersuchung von 100 Nachhaltigkeitssinnovationen gezeigt, dass die von Geels (2002) und dem WBGU (2011) betonte, un-

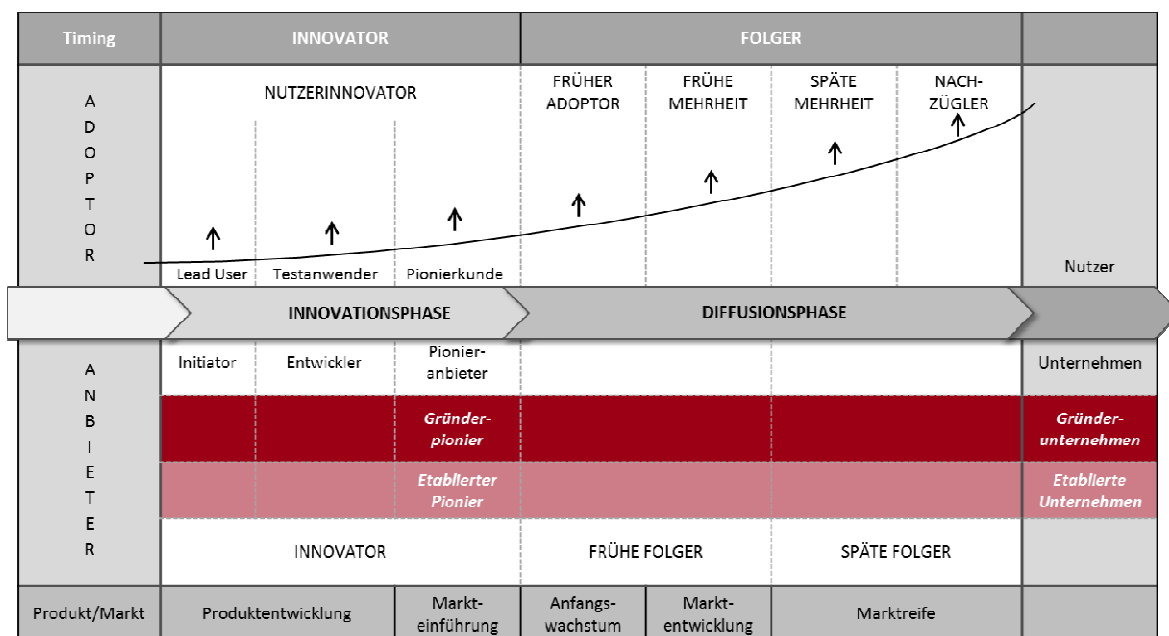
terschiedliche Rolle von etablierten Akteuren und Nischenakteuren sich auch in der Genese von Nachhaltigkeitsinnovationen und ihren Märkten statistisch signifikant zeigen lässt. Da Nachhaltigkeitsinnovationen ein zentrales Handlungsfeld für die Green Economy sind, ist die Erkenntnis für Transformationsanstrengungen von wesentlicher Bedeutung.

Pionierrollen im Innovations- und Diffusionsprozess

Wie in den obigen Ausführungen zum Mehrebenenmodell der Transformation herausgearbeitet wurde, gehen Transformationsimpulse maßgeblich von Nischenakteuren und hier von Pionieren aus. In der Innovations- und Diffusionsforschung liegen zahlreiche Typologien zur Charakterisierung von Pionieren, „change agents“ und „transformational leaders“ vor (vgl. Fichter 2009). Aufbauend auf zentrale Typologien der Innovations- und Diffusionsforschung legen Weiß, Fichter und Clausen (2012) eine umfassende Typologie von Akteursrollen auf Anbieter- und Nachfragerseite im Innovations- und Diffusionsprozess vor. Diese ist generischer Natur, kann aber für Markttransformations- und Innovationsprozesse einer Green Economy fruchtbar genutzt werden.

Das Modell geht auf der Nachfrager- bzw. Nutzerseite über die gängige Adopter-Typologie von Rogers (2003) hinaus und differenziert verschiedene Nutzerinnovatorenrollen im Innovationsprozess. Dabei wird der Rogersche Adoptertyp des „Innovators“ in die Untertypen „Lead User“, „Testanwender“ und „Erstkäufer“ differenziert. Gerade die Erstkäufer nehmen eine wichtige Pionierfunktion im Markt ein. Sie sind „First adopter“ und können als Meinungsführer und Referenzkunden wirken. So werden Erstkäufer auch als Pionierkunden bezeichnet. In dem Modell werden analog auf der Anbieterseite verschiedene Rollen im Innovations- und Diffusionsprozess unterschieden. Dabei wird im Innovationsprozess zwischen der Rolle des Initiators, des Entwicklers und des Pionieranbieters unterschieden. Letzterer bringt ein innovatives Produkt auf den Markt. Dabei ist auf der Anbieterseite wichtig, zwischen solchen Unternehmen, die bereits vor der betreffenden Innovation existierten und am Markt aktiv waren (etablierte Unternehmen) und solchen zu unterscheiden, die eigens für die Entwicklung und Vermarktung einer neuen Technologie oder Lösung erst gegründet werden (Gründer-Unternehmen). Die verschiedenen Typen sind in der folgenden Abbildung dargestellt:

Abbildung 23: Pionierrollen im Innovations- und Diffusionsprozess



Quelle: Weiß, Fichter und Clausen 2012

Sowohl das oben beschriebene Mehrebenenmodell der Transformation als auch die verschiedenen Perspektiven auf die Rolle von Pionieren im Transformationsprozess liefern wichtige Hinweise auf die Treiber und Hemmnisse der Transformation sowie auf daraus resultierende Handlungsoptionen für die Politik. Diese stehen im Mittelpunkt der nachstehenden Kapitel. Eine nähere Konzeptualisierung der Treiber und Hemmnisse der Green Economy Transformation sowie entsprechender Handlungsfelder für die Politik erfolgt in den jeweiligen Kapiteln.

3 Treiber und Hemmnisse für die Transformation der deutschen Wirtschaft zur „Green Economy“

Das vorangegangene Kapitel widmete sich der Strukturierung und Analyse der Green Economy mit besonderem Blick auf ihre Potentiale aus Perspektive der deutschen Wirtschaft. Es wurden die wichtigsten Märkte und Schlüsselinnovationen für die Transformation in Richtung der Green Economy identifiziert; und es wurden deren Marktpotentiale aus Perspektive der deutschen Wirtschaft untersucht. Eine Analyse der internationalen politischen Rahmenbedingungen für einzelne Submärkte hat verdeutlicht, dass die Staaten bereits eine große Bandbreite an Instrumenten entwickelt haben, um einzelne Submärkte der Green Economy zu fördern. Das Gesamtset an Rahmenbedingungen ist aber weder umfassend, noch sind bestehende Regelungen stringent und widerspruchsfrei auf die Förderung der Transformation ausgerichtet.

Eine effektive staatliche Förderung der Transformation muss gezielt entscheidende Treiber der Transformation stärken und die ihnen entgegenstehenden Hemmnisse überwinden helfen. Im nun folgenden Kapitel werden deshalb am Beispiel der zehn ausgewählten Schlüsselinnovationen die Treiber und Hemmnisse der Green Economy untersucht; daraufhin werden besondere Stärken, aber auch Schwachpunkte bei den politischen Rahmenbedingungen in Deutschland herausgearbeitet.

3.1 Treiber und Hemmnisse für die Transformation am Beispiel der zehn Schlüsselinnovationen

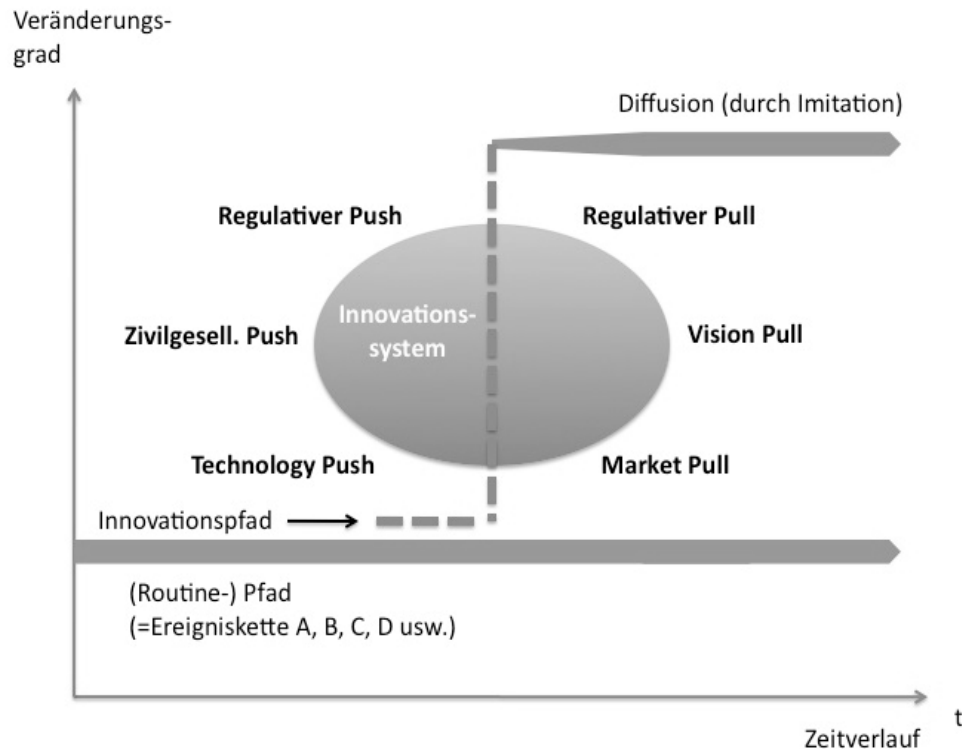
Auf Basis der in Kapitel 2.3 vorgenommenen Analyse und Bewertung wurden zehn Schlüsselinnovationen für eine vertiefende Analyse von Treibern und Hemmnissen für eine Transformation der deutschen Wirtschaft zu einer Green Economy (vgl. Kapitel 2.4) ausgewählt. Diese Analyse wird im Folgenden vorgenommen. Zunächst werden allerdings die hierfür notwendigen konzeptionellen Grundlagen entwickelt.

3.1.1 Konzeptionelle Grundlagen

Die Analyse von Treibern und Hemmnissen von Schlüsselinnovationen für die Entwicklung hin zu einer Green Economy verlangt ein grundlegendes Konzept gesellschaftlicher Transformationsprozesse. Dazu kann auf das in Kapitel 2.4 vorgestellte Mehrebenenmodell zur Analyse von Transformationsprozessen des WBGU zurückgegriffen werden (WBGU 2011: 100).

Für eine Strukturierung fördernder und hemmender Einflussfaktoren kann weiterhin auf das sogenannte „Schildkrötenmodell“ zurückgegriffen werden. Das von Ahrens, Braun, Effinger et al. (2002) entworfene und von Fichter (2005: 132) weiterentwickelte Schildkrötenmodell umfasst sechs zentrale Einflussbereiche, die in Form von Zug- und Schubkräften auf einen Innovationsprozess einwirken. Neben den klassischen Einflussbereichen „Technology Push“ und „Market Pull“ wird hier auch die Rolle des Staates in seiner ziehenden (Regulativer Pull) und schiebenden Funktion (Regulativer Push) ebenso berücksichtigt wie das mögliche Einwirken gesellschaftlicher Anspruchsgruppen (zivilgesellschaftlicher Push) und die Kraft von Leitbildern und Visionen (Vision Pull) (s. Abbildung 24).

Abbildung 24: Zug- und Schubkräfte von Innovationsprozessen



Quelle: Borderstep Institut, basierend auf Clausen, Fichter und Winter 2011: 45

Untersuchungen der Diffusionsforschung zeigen, dass im Diffusionsprozess neuer Technologien und Lösungen zum Teil ähnliche Einflussfaktoren wie im Innovationsprozess wirken, zum Teil aber auch grundsätzlich andere, weil hier nicht mehr die Entwicklung und erstmalige Durchsetzung einer neuen Technologie im Mittelpunkt stehen, sondern Marktprozesse mit ihren jeweiligen Marktakteuren und rahmengebenden Institutionen. In einer umfangreichen Auswertung der jüngeren Literatur zur Diffusionsforschung zeigen Clausen, Fichter und Winter (2011), dass sich in der Zusammenführung der konzeptionellen Arbeiten von Rogers (2003) mit den neueren Konzepten der Diffusionsforschung (Leitmärkte-Ansatz, Pfadmodelle etc.) sechs Einflussphären abgrenzen lassen, die die Diffusion von Innovationen wesentlich beeinflussen können:

- produktbezogene Einflüsse, also solche, die den Innovationsgegenstand (Produkt oder Dienstleistung) betreffen,
- adopterbezogene Einflüsse, also solche, die sich auf die Anwender und Nutzer einer Innovation beziehen,
- anbieterbezogene Einflüsse,
- branchenbezogene Einflüsse,
- politikbezogene Einflüsse, d.h. die Interventionen durch Staat und Gesellschaft sowie
- pfadbezogene Einflüsse (Clausen, Fichter und Winter 2011: 43).

Bei den pfadbezogenen Einflüssen kann auf Erkenntnisse der evolutischen Ökonomik zur Pfadentstehung (Schreyögg, Sydow und Koch 2003; Karlstetter, Fichter und Pfriem 2010)

sowie zu Pfadabhängigkeiten aufgebaut werden (Lehmann-Waffenschmidt und Reichel 2000). Weiterhin konnten Clausen, Fichter und Winter (2011) zeigen, dass für die Verbreitung innovativer Lösungen pfadspezifische Kräfte wie Schlüsselereignisse und sogenannte „Tipping points“ (Kipppunkte) eine wesentliche Rolle spielen können.

3.1.2 Vorgehensweise

Zunächst wurden die zehn ausgewählten Schlüsselinnovationen mit Blick auf ihren Entwicklungsstand und ihre Verfügbarkeit analysiert. Dazu wurden

- einschlägige Studien und Prognosen ausgewertet sowie
- die Ergebnisse der Interviews mit Experten in AP 1.3 einbezogen.

Im nächsten Schritt wurde jede der zehn Schlüsselinnovationen einer vertiefenden Analyse der aktuellen Treiber und Hemmnisse unterzogen. Dazu wurde auf die oben vorgestellten Strukturierungen möglicher Einflussbereiche und Einflusskräfte im Innovationssystem bzw. im Diffusionssystem zurückgegriffen. Bei der Analyse wurde wiederum sowohl auf einschlägige Studien als auch auf die o.g. Experteninterviews zurückgegriffen.

Auf dieser Basis wurde für jede Schlüsselinnovation ein „**Transformationsbarometer**“ erstellt. Dieses umfasst in kurzer, strukturierter und übersichtlicher Weise folgende Punkte:

- eine kurze Beschreibung, worin die Innovation besteht, in welcher Phase sie sich befindet und für welche Nachhaltigkeitsherausforderung sie eine mögliche Lösung darstellt;
- eine Beschreibung ihrer Systemrelevanz sowie des Innovations- und Marktpotenzials;
- eine Darstellung der Treiber und Hemmnisse;
- eine Beschreibung des Forschungsbedarfs.

Die Entwürfe für die Transformationsbarometer wurden zur Validierung ausgewählten Experten mit Bitte um Kommentierung zur Verfügung gestellt. Auf Basis der Kommentare wurde eine finale Fassung der Transformationsbarometer für den Endbericht erstellt.

Im Folgenden werden die Transformationsbarometer der zehn analysierten Schlüsselinnovationen vorgestellt.

3.1.3 Transformationsbarometer Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm als Teil der Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor

Die Nährstoffe Stickstoff (UBA 2011) und Phosphor (PRIW 2009) sind für das Pflanzenwachstum essentiell und in großen Mengen erforderlich, die nur auf Basis hohen Energieeinsatzes (Stickstoff) und unter Nutzung knapper Ressourcen (Phosphor) herstellbar sind. Zur Wiedergewinnung der Nährstoffe ist es möglich, Toilettenabwasser nach Kot und Urin getrennt vom sonstigen Abwasser zu erfassen und die hierin konzentrierten Nährstoffe prozesstechnisch wiederzugewinnen (Hamburger Wasserwerke 2012).

Aufgrund der Belastung mit Schwermetallen und organischen Stoffen darf Klärschlamm in vielen Regionen nicht mehr direkt in der Landwirtschaft verwertet werden. Durch Monoverbrennung, das Seaborne-Verfahren (Müller 2007) oder andere Verfahren (Schramm und von Horn 2008: 16ff) können Phosphor und Stickstoff aber wiedergewonnen werden. Mehr als die Hälfte des Phosphorbedarfes könnte so gedeckt werden (PRIW 2009: 26f).

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: Die Überschreitung der Tragekapazität der Erde durch Phosphor und Stickstoffkreisläufe gehört nach Rockström, Steffen, Noone et al. (2009: 472) zu den gravierendsten Umweltproblemen. Die Probleme bei beiden Stoffen sind unterschiedlich: Bei Phosphor sind die bekannten Lagerstätten so begrenzt, dass schon in wenigen Jahrzehnten mit deutlichen Engpässen zu rechnen ist. Bei Stickstoff sind durch Überdüngung Boden, Grundwasser und Meere gefährdet. Auch trägt die energieintensive Gewinnung von Stickstoffdünger zum Treibhauseffekt bei. Die Wiederherstellung funktionierender Kreisläufe für beide Stoffe ist hochgradig systemrelevant.

Im Problembereich Abwasser geht es nicht nur um die Wiedergewinnung der Nährstoffe, sondern parallel um die Notwendigkeit der weitgehenden Entfernung von Mikroschadstoffen (Hormone und Pharmaka etc.). Außerdem ist zu beachten, dass auch der herkömmliche Phosphatdünger immer höhere Uran- und Cadmiumbelastungen mit sich bringt (Otterpohl 2012).

Innovationspotenzial: Mit Blick auf die noch geringen Erfahrungen mit den verschiedenen Prozessen und Systemen ist insgesamt das Innovationspotenzial als hoch einzuschätzen.

Entwicklungsphase:

Die Rückgewinnung von Nährstoffen befindet sich in der F&E-Phase, teilweise am Beginn der Erprobung.

Marktpotenzial: Das Marktvolumen ist hoch, knapp 40 Millionen Haushalte müssten an eine Trennkanalisation angeschlossen und über zwei Millionen Tonnen TS/a Klärschlamm müssten behandelt werden (Jacobs 2010). Darüber hinaus existieren Marktpotenziale im Bereich der Gülle- und Nährstoffbörsen.

Treiber und Hemmnisse

Die wesentlichen Treiber liegen in den Problemen selbst, also der sich abzeichnenden Knappheit von Phosphor sowie in der Überdüngung mit Stickstoff. Aus verschiedenen Quellen wurde daher eine Reihe von F&E- und Pilotprojekten rund um die Siedlungswasserwirtschaft gefördert (Regulativer Pull). Verschiedene Forschungsprojekte arbeiten an Teillösungen wie der getrennten Erfassung von Schwarzwasser (Kot und Urin) in Wohngebieten (Oldenburg 2011) und an der Rückgewinnung von Nährstoffen aus Klärschlamm u.a.m. (vgl. Schramm und von Horn 2008; Müller 2007: 2f).

Die Entsorgungsbranche (Abwasser, aber auch Bioabfallverarbeitung) ist damit geeignet, auch Versorger mit Reinsubstanzen zu werden (Otterpohl 2012). Hier gibt es einige Vorreiter wie z. B. Hamburg Wasser, die wiederum als Treiber wirken.

Das zentrale Hemmnis liegt bei der langfristigen Ressourcensicherung von Nährstoffen wie Phosphor darin, dass dieses Problemfeld „in Deutschland und Europa grotesk verschlafen wird“ (ein Interviewpartner). Und die meisten Akteure in den Branchen der Wasserwirtschaft und Entsorgung agieren nicht problemgetrieben, sondern sind es gewohnt, umweltpolitischen Vorgaben zu folgen. Weiter wirken sich institutionelle Hindernisse aus, die auf dem Wasserrecht und EU-Vorgaben beruhen.

Sowohl für die getrennte Erfassung als auch für die Rückgewinnung von Nährstoffen aus Klärschlamm fehlt also letztlich ein rechtlicher Rahmen (im Sinne von spezifischen Anforderungen). In das Wasserrecht sind die Gedanken der Kreislaufwirtschaft bisher nicht übernommen worden (fehlender Regulativer Push). Das Ziel der Abwassergesetzgebungen der Länder besteht im Gesundheits- und Umweltschutz.

Forschungsbedarf

In einer Reihe von Projekten der Siedlungswasserwirtschaft (z. B. „Bebion“ und „Kreis“) werden Ziele abgesteckt und technologische Grundlagen entwickelt. Sowohl für die getrennte Erfassung von Nährstoffen in der Kanalisation wie auch für die Rückgewinnung aus Klärschlamm sind eine breit angelegte Erprobung, ggf. in Modellstadtteilen, sowie die Vorbereitung des rechtlichen Rahmens für die wohl nur in Jahrzehnten machbare flächendeckende Einführung erforderlich.

3.1.4 Transformationsbarometer Stoffstrommanagement in der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft bewegt extrem große Stoffströme. Am größten sind Bodenabträge, Wirtschaftsdüngertransporte und Kunstdüngermengen. „In Deutschland weisen derzeit ca. 14% der landwirtschaftlich genutzten Fläche langjährige mittlere Bodenabträge von mehr als drei Tonnen je Hektar und Jahr auf, was einen sofortigen Handlungsbedarf aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes bedingt“ (UBA 2010: 7). Allein auf dieser Fläche von ca. 26.000 km² entspricht dies einem Stoffstrom von mehr als acht Millionen Tonnen. Ebenfalls groß sind die Nährstoffströme: Der deutsche Gesamtbedarf an Phosphor lag in 2003 bei ca. 108.000 Tonnen, das Recyclingpotenzial lag bei mehr als 50% davon (PRIW 2009: 26f). Und allein die Stickstoffüberschüsse von ca. 100 kg/ha (Bundesregierung 2012b: 89) belaufen sich bei einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von ca. 187.000 km² auf insgesamt über 1,5 Millionen Tonnen pro Jahr. Noch sind die meisten Projekte zu landwirtschaftlichen Stoffströmen auf die Erfassung zusätzlicher Massenströme für die Gewinnung von Bioenergie fokussiert (Baur 2010). Aber die offenkundige Nicht-Nachhaltigkeit der Nährstoffbilanzen und des Bodenabtrags machen die Suche nach einem Gesamtkonzept nötig (EC 2011b).

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit sind sowohl die Sicherstellung der Phosphorversorgung wie auch die Begrenzung der Überdüngung durch Stickstoff und des Eintrags von Schwermetallen absolut systemrelevant. Weiter wäre der C-Fluss zu berücksichtigen. Wenn Böden mittelfristig als C-Senken fungieren sollten, sollte es also zu Bodenwachstum kommen (EC 2011b).

Innovationspotenzial: Sowohl der ökologische Landbau als auch das Konzept des Precision Farming leisten schon Beiträge zum Bodenerhalt und zur Reduktion und Kreislaufführung der Nährstoffströme. Nährstoffbörsen bemühen sich in einzelnen Regionen um das betriebs- und manchmal regionenübergreifende Schließen der Nährstoffkreisläufe. Einzelne Projekte versuchen, Kompostüberschüsse in der Landwirtschaft zu vermarkten und so auch Humusverluste auszugleichen oder Biomassezentralen aufzubauen (UBA 2012b: 1; Schramm und von Horn 2008: 26). Die eingesetzten Verfahren für die Erfassung, Planung und den Transport von Stoffströmen sind relativ einfach und die hierbei eingesetzten Technologien wenig komplex, sodass das Innovationspotenzial nur als mittel einzuschätzen ist.

Entwicklungsphase: Stoffstrommanagement in der Landwirtschaft befindet sich in der F&E-Phase.

Marktpotenzial: Das mögliche Marktpotenzial wird bestimmt durch Beratungsdienstleistungen und Transporte großer Mengen schwerer Güter wie Gülle, Kompost oder Humus. Das Marktpotenzial ist als klein einzuschätzen.

Treiber und Hemmnisse

Der Bodenabtrag durch Erosion, die Knappheit an Phosphordünger sowie die Überdüngung durch Stickstoffüberschüsse stellen Problemlagen dar, von denen eine wichtige treibende Kraft ausgehen kann. Aufgrund ihrer nur langfristigen wie auch indirekten Wirkung sind diese

Treiber jedoch mittelfristig nur begrenzt wirksam. Weitere Treiber liegen in der Förderung von F&E- und Pilotprojekten (Politischer Pull). Das Land Schleswig-Holstein förderte landwirtschaftliche Maschinenringe für die Einrichtung von Güllebörsen. Aus verschiedenen Quellen wurde eine Reihe von F&E- und Pilotprojekten gefördert. Kommunen und Regionen entwickeln z.Zt., meist mit dem Ziel der Klimaneutralität, Ansätze des Stoffstrommanagements zur Optimierung der Erzeugung von Energie aus Biomasse (Baur 2010). Zur Intensivierung der Nutzung der Bioenergie wird hier mit dem Stoffstrommanagement das gleiche Werkzeug genutzt.

Die Düngeverordnung von 2006 zielte auf die Reduktion von Stickstoffüberschüssen, ein Teilerfolg zeichnet sich hier in den Daten des Fortschrittsberichts der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2012b: 89) ab.

Ein Hemmnis liegt in dem geringen Wert, der sowohl Humus wie auch Kompost u.a.m. bemessen wird. Da für den Transport ein erheblicher Kostenaufwand erforderlich ist, reicht die Zahlungsbereitschaft der Landwirte nicht aus, einen Marktanreiz für den Rücktransport kohlenstoffhaltiger Bodenbestandteile von den Städten aufs Land zu bieten (mangelnder Market Pull). Auch spielt der Problembereich der Gefährdung des Bodens in der öffentlichen Debatte und der Politik nur eine untergeordnete Rolle (mangelnder Gesellschaftlicher Push und fehlender Vision Pull).

Trotz einzelner politischer Initiativen liegen wesentliche Hemmnisse im institutionellen Rahmen (mangelnder Politischer Push & Pull). Durch die Erosionsschutzverordnung der Bundesländer (beispielhaft Bayerische Staatsregierung 2010) werden zwar einige Probleme der erosionsfördernden Bodenbearbeitung adressiert, die Vermeidung von Humusverlusten jenseits von Erosionslagen wird durch Verordnungen aber nicht geregelt.

Forschungsbedarf

Im Bereich der institutionellen Regelung des Bodenschutzes besteht Forschungsbedarf, der auch die offensichtlich bestehende Trägheit des politischen Systems hinsichtlich eines wirksamen Schutzes dieser so grundlegenden Ressource adressieren sollte.

Weiter sollte daran gearbeitet werden, das bisher auf Klimaschutz und Energie fokussierte ländliche Stoffstrommanagement auf die Umweltschutzziele des Bodenschutzes hin zu erweitern.

Durch die weitere Konzentration landwirtschaftlicher Aktivitäten in einzelnen Betrieben und Regionen, z. B. Tierproduktion in Süddoldenburg, ergibt sich ein Bedarf für Methoden wie Nährstoffunausgewogenheiten überregional ausgeglichen werden können.

Ein Anknüpfungspunkt zur Erzielung von Synergien zwischen Bodenschutz und Energiegewinnung besteht z. B. bei Zwischenfrüchten, deren Anbau aus Sicht des Bodenschutzes wünschenswert ist, die aber auch ein Potenzial als energetischer Rohstoff oder Nährstoffquelle haben können.

3.1.5 Transformationsbarometer Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte für Gebäude

Der Bedarf an Kühlung und Klimatisierung in Gebäuden wird in Deutschland sowie weltweit in den kommenden Jahrzehnten wachsen. Drei Gründe sind dafür ausschlaggebend: Zum einen nimmt die Besiedlung und Urbanisierung in warmen und trockenen Klimazonen zu, zum zweiten steigen die Komfortbedürfnisse und zum dritten sorgt der Klimawandel nicht nur für eine steigende Jahresmitteltemperatur, sondern auch für eine Zunahme von Hitzeextremen. Diesem wachsenden Bedarf für Kühlung und Klimatisierung kann durch die

Anwendung traditioneller, klimaangepasster Bautechniken und -stile in der Architektur und Bauplanung begegnet werden, wie bspw. die Auswahl von Baumaterialien mit guten Wärmerückhalte- und Dämmeigenschaften, die Ausrichtung von Gebäuden oder die Adaptierung traditioneller Baustile an moderne Architektur. Auf der Ebene von Kühl- und Klimatisierungstechnik stellen Technologien wie das solare Kühlen und Low Exergy-Energiesysteme vielversprechende Ansätze mit großem Marktpotenzial dar. Im Fall des solaren Kühlens handelt es sich um eine im Kern erprobte Technologie, die seit den 1970ern bereits in mittleren Stückzahlen in Japan eingesetzt wird (siehe Clausen 2007). Diese Anlagen bestehen aus drei Komponenten: Solarkollektor, einer durch Solarwärme angetriebenen Kältemaschine sowie einer Anlage zur Kälteverteilung. Bei Low Exergy-Energiesystemen⁷⁸ werden „ohnehin vorhandene“ Umgebungs- und Abfallenergien für Kälteerzeugung und Klimatisierung genutzt. Wärmequellen sind bspw. Überschusswärme aus BHKW oder Abwärme aus Industrieprozessen. Kälte kann aber auch direkt gewonnen werden. Geothermieranlagen, Fluss- und – zum Teil – Grundwasser bieten je nach Jahreszeit die Möglichkeit, Medien auf 10 bis 20 °C zu kühlen und so in vielen Fällen der Klimatisierung den Betrieb einer Kompressionskältemaschine unnötig zu machen (Clausen 2013).

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: Die Systemrelevanz innovativer Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte ist mittel einzuschätzen. Es handelt sich um eine global relevante Effizienztechnologie. Die Konzepte spielen nicht nur in Deutschland oder Mitteleuropa eine Rolle, sondern sind insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern von Bedeutung.

Innovationspotenzial: Innovationsherausforderungen im Wohngebäudebereich liegen noch „in der Anbindung von Heiz- und Klimatechnik an Niedertemperatursysteme wie Betonkernaktivierung“ (ein Interviewpartner). Bei wärmegetriebenem Kühlen besteht ein besonderer Innovations- und Entwicklungsbedarf bei Anlagen kleiner Leistung (d.h. < 50kW). Großanlagen über 50 kW sind dagegen weitestgehend serienreif und am Markt verfügbar.

Marktpotenzial: Einige neuartige Lösungen könnten ein „gigantisches Marktpotenzial“ (ein Interviewpartner) haben, wenn man den gesamten Wärme- und Kälteverbrauch von Klimasystemen darauf umstellen würde. Deutschland stellt für die Entwicklung kleinerer wärmegetriebener Kühlanlagen einen entscheidenden Leitmarkt dar. Das technische Fachwissen zur Weiterentwicklung und Vermarktung der Technik ist in Form mittelständischer Unternehmen vorhanden. Auch erfolgt eine zunehmende Marktdurchdringung mit solarer Wärmetechnik sowie KWK, deren sommerliche (Ab-) Wärme für die Kühltechnik genutzt werden kann (Clausen 2007).

Entwicklungsphase:

Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte befinden sich je nach Technologie in der Phase der Prototypen oder Markteinführung.

Der Einsatz des solaren Kühlens ist neben der Raumklimatisierung jedoch insbesondere auch für Industriekühlanlagen für Kältebedarfe oberhalb von 6 Grad Celsius interessant. Neben der Erschließung des deutschen Leitmarktes bietet die Technik des solaren Kühlens auch in südlichen und klimatisch wärmeren Ländern hoch attraktive Anwendungsfelder und damit Marktchancen für deutsche Unternehmen. Das Marktvolumen ist derzeit schwer abzuschätzen – für Aggregate der solaren Klimatisierung wird es beispielsweise auf die Spanne von 4,5 bis 18 Milliarden Euro im Jahr 2020 geschätzt (Clausen 2007).

⁷⁸ Exergy ist der Anteil von Energie, der „arbeitsfähig“ ist,

http://www.ibp.fraunhofer.de/en/Expertise/Energy_Systems/Low_Exergy_Systems.html (Letzter Zugriff am 22.11.2012)

Treiber und Hemmnisse

Ein wesentlicher Treiber liegt in der Wirtschaftlichkeit der Technologie (produktbezogener Einflussfaktor). Alternative Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte sind trotz teilweise deutlich höherer Investitionskosten vielerorts wirtschaftlich. Die Umwandlung von Strom in Kälte erfolgt mit der klassischen Kompressionskältemaschine mit einer Arbeitszahl⁷⁹ von 3,5; mit einer Absorptionskältemaschine erreicht dieser Wert – bei zusätzlichem Wärmeverbrauch – einen Wert von zehn, bei geothermischer Kühlung von ca. 20 und bei Brunnenkühlung bis zu 30. Erhebliche Strom- und damit Kosteneinsparungen könnten die Anwendung treiben (Clausen 2013).

Ein Hemmnis liegt in der starken Fokussierung der Kältebranche auf Kompressionskälte (anbieterseitiges Hemmnis). In vielen Anwendungsfeldern hat die Erzeugung von Kälte mit Kompressionskälteanlagen aber einen Marktanteil jenseits der 98% (DKV e.V. 2002). Obwohl also alternative Konzepte wie Brunnenkühlung, integrierte geothermische Heizung und Kühlung oder wärmegetriebene Absorptionskältemaschinen für viele Anwendungsfelder verfügbar sind, haben weder Planer noch Handwerker Erfahrungen mit diesen Techniken und scheuen daher vor ihrer Anwendung zurück (pfadbezogenes Hemmnis). In vielen Projekten unterbleibt auch die integrierte Planung der Kälteversorgung. Alternative Kältesysteme erfordern die Mitplanung einer weitgehend kostenlos verfügbaren Wärme- oder Kältequelle und sind daher komplexer zu planen (produktbezogenes Hemmnis) als die überall verfügbare Stromversorgung einer elektrischen Kompressionskälteanlage (Clausen 2013).

Forschungsbedarf

Der Forschungsbedarf ist bei der eigentlichen Anlagentechnik eher niedrig. Erheblicher Forschungsbedarf ist vielmehr bei Fragen der Kontexte gegeben. So mangelt es z. B. raumplanerischen Konzepten daran, Wärme- und Kältepotenziale zu erfassen und ggf. auch zur Grundlage von Standort- und Ansiedlungsentscheidungen zu machen. In vielen Regionen und Anwendungsbereichen mangelt es darüber hinaus an Pilotanlagen und Leuchtturmprojekten (mangelnder Politischer Pull), die dazu beitragen, Erfahrungen zu schaffen und so den erdrückenden Marktanteil der Kompressionskältetechnik zu reduzieren.

3.1.6 Transformationsbarometer Dezentrale Energiemanagementsysteme für den Einsatz in Bestandsgebäuden

Durch den Einsatz von dezentralen Energiemanagementsystemen in Bestandsgebäuden (Wohn- und Bürogebäude, Schulen, Gewerbegebäude, etc.) können große Effizienzpotenziale zur Einsparung von Heizenergie und Strom mobilisiert werden. Ein dezentrales Energiemanagementsystem besteht aus unterschiedlichen Komponenten der Hausautomatisierung (Sensoren, Aktoren sowie technischen „Wohnungs- und Gebäudemanagern“). Über sie werden Solltemperaturen und Nutzungsregime einzelner Räume oder Gebäudeteile eingestellt und damit der Heizenergiebedarf eines Gebäudes ermittelt. Durch selbstlernende Algorithmen werden Heizkurven der Zentralheizung sowie die Zu- und Abschaltung von Heizkörpern gesteuert. Durch den Einsatz des Systems wird sowohl der Heizenergieverbrauch in Gebäuden gesenkt als auch der Wohnkomfort verbessert. Die Steuerung von Stromverbrauchern im Haushalt kann ebenfalls über das System erfolgen. Dezentrale Energiemanagementsysteme können somit einen erheblichen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende leisten, indem sie schwer erschließbare Energieeinsparpotenziale im Ge-

⁷⁹ Arbeitszahl ist das Verhältnis von erzeugter Kälteleistung zur eingesetzten Leistung.

bäudebestand kostengünstig verfügbar machen und zudem Stromverbraucher zukünftig für variable Stromtarife erschließen.

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: Die Systemrelevanz der dezentralen Energiemanagementsysteme wird im Rahmen der Erneuerung und Sanierung des Gebäudebestands gesehen. Diese können neben klassischen Sanierungsmaßnahmen wie bspw. Dämmsystemen und Austausch von Fenstern einen deutlichen Beitrag zur Erreichung der Energieeffizienzziele im Gebäudesektor leisten. Eine Flexibilisierung des Energieverbrauchs und Anpassung des Verbrauchs an die Erzeugung kann den vermehrten Einsatz von erneuerbarer Energie erleichtern und zudem zur Versorgungssicherheit und Netzstabilität durch Lastmanagement einen Beitrag leisten. Der verbraucheroptimierte Einsatz von Energie führt direkt zu erhöhter Energieeffizienz. Aktuelle Beispiele belegen eine Energieeinsparung von bis zu 30% (Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012: 13). Nennenswerte Rebound-Effekte sind bisher nicht bekannt. Das dezentrale Energiemanagement birgt somit ein großes Potenzial in sich, zu Klimaschutz und Emissionsminderung beizutragen.

Entwicklungsphase:

Dezentrale Energiemanagementsysteme befinden sich derzeit in den Phasen der Anwendungsentwicklung und Prototypenerprobung in Industrieländern.

Innovationspotenzial: Es handelt sich hier um eine „Systeminnovation“, die eine Bandbreite neuer branchenübergreifender Lösungen erfordert (vgl. Bergset 2011), die weitestgehend noch in marktfähige Geschäftsmodelle umgesetzt werden müssen.

Marktpotenzial: Angesichts der großen Anzahl geeigneter mehrgeschossiger Gebäude, der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme sowie europäischer Zielvorgaben zur Energieeffizienz kann das Marktpotenzial als groß angesehen werden. Als potenziell niedriginvestive Maßnahme (Investitionskosten $< € 30/m^2$) sind die dezentralen Energiemanagementsysteme konkurrenzfähig und schneiden im Vergleich mit anderen Sanierungsmaßnahmen mit vergleichbaren Einsparpotenzialen gut ab (vgl. hierzu Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012).

Treiber und Hemmnisse

Als Treiber der Entwicklung können die große Menge an bereits entwickelten technologischen Komponenten des Gesamtsystems (Technology Push) sowie voraussichtlich steigende Energiepreise identifiziert werden (Market Pull). Darüber hinaus sind regulative Push- und Pull-Faktoren entscheidend. Politische Zielsetzungen sowohl auf europäischer Ebene zur Energieeffizienz und zur Erhöhung der Anteile erneuerbarer Energien als auch in Deutschland bezüglich einer Energiewende sind förderlich für die Innovation und Markteinführung dezentraler Energiemanagementsysteme. Die im Jahre 2012 erlassene Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU hat das Ziel, zwischen 2014 und 2020 den Endenergieabsatz im jeweiligen Mitgliedsstaat jährlich um 1,5% zu reduzieren, und ermuntert insbesondere den Einsatz von Energiemanagementsystemen in öffentlichen Einrichtungen sowie in KMUs.

Auf der betrieblichen Ebene wird das Nutzer-Investor-Dilemma zum Teil durch §559 des Bürgerlichen Gesetzbuches gelöst, in dem eine Überwälzung von 11% der Investitionskosten auf die Kaltmiete („Modernisierungsumlage“) erlaubt wird (Politischer Pull). Zur unternehmens- und institutionenübergreifenden Zusammenarbeit bei der Anwendungsentwicklung und Entwicklung von Prototypen stehen Förderprogramme des BMWi wie E-Energy und der Heimvernetzungsverein Connected Living seit 2008 zur Verfügung. Hier kommen Akteure u.a. aus Branchen der Energiewirtschaft, Telekommunikation, Automatisierungstechnik und Elektronik zusammen, um Einzelkomponenten in einem Gesamtsystem für die intelligente Energieversorgung und Heimvernetzung zusammenzuführen und zu erproben. Einzelwirt-

schaftliche Fördermaßnahmen bei der KfW, die für klassische Sanierungsmaßnahmen bereitstehen, fehlen noch (Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012, 102) und markieren einen mangelnden Politischen Pull.

Insbesondere auf der Stromseite bestehen noch Hemmnisse, vor allem in den gesetzlichen Rahmenbedingungen (vgl. hierzu Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012; Moma 2011). Intelligente Zähler und dynamische Tarifierung werden zwar im EnWG gefordert, allerdings mit unklaren Zuständigkeiten und bisher ungeklärten technischen Anforderungen. Standardlastprofile für die Beschaffung von Strom erschweren Geschäftsmodelle sowohl für Energielieferanten als auch für weitere mögliche Marktrolle wie Aggregatoren⁸⁰ und müssten daher entfallen bzw. um andere Verfahren ergänzt werden, sodass die Geschäftsmodelle wirtschaftlich durchsetzbar werden. Um eine nachträgliche Tarifierung zu ermöglichen, sind Anpassungen im Eichrecht erforderlich. Diese Hemmnisse stehen bisher dem gewünschten Wettbewerb auf dem Markt und der Verbreitung dezentraler Energiemanagementsysteme im Weg (Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012).

Forschungsbedarf

Für dezentrale Energiemanagementsysteme in Gebäuden ist der Forschungsbedarf noch relativ hoch. Dies betrifft weniger die Entwicklung einzelner technischer Komponenten, die bereits ausgreift und seit vielen Jahren auf dem Markt verfügbar sind, sondern vielmehr die Entwicklung integrierter Systemlösungen aus Heimautomatisierung und Heimvernetzung auf einer branchenübergreifenden Ebene. Dazu zählen die Integrierbarkeit von Sensorik, Aktorik und Steuerungskomponenten über offene Standards und im Rahmen von Heimvernetzungsplattformen, über die neben dem Energiemanagement weitere Mehrwertdienste der Heimvernetzung angeboten werden können.

Eine Diffusion dezentraler Energiemanagementsysteme bedarf darüber hinaus weitgreifender Änderungen auch in politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen, Marktstrukturen sowie Verbraucherverhalten (vgl. Beucker, Bergset, Beeck et al. 2012). So könnte beispielsweise durch eine Gleichstellung des dezentralen Energiemanagements mit der Außendämmung bei der Kreditvergabe durch die KfW oder steuerliche Absetzbarkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen die Verbreitung solcher Systeme gefördert werden. Weiterer deutlicher Forschungsbedarf besteht insbesondere zu überzeugenden, branchenübergreifenden Geschäftsmodellen (beispielsweise Contracting- und Finanzierungsmodelle, die das Nutzer-Investor-Dilemma lösen) sowie der Erfassung von Verbraucherbedürfnissen und Potenzialen in unterschiedlichen Kundengruppen.

3.1.7 Transformationsbarometer Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme

Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme umfassen Batterietypen wie die Lithium-Ionen-Batterie, Ladesäulen und induktive Ladesysteme oder mobile Stromzähler. Die Systeme sind Grundvoraussetzung und zentrale Elemente von Elektromobilität und Elektrofahrzeugen. Mobile Energiespeicher können aus Sicht des Energiesystems als Teilbereich eines breiten Spektrums an Energiespeichertechnologien eingeordnet werden (vgl. Förderinitiative Energiespeicher von BMBF, BMU und BMWi). Aus Mobilitätssicht ermöglichen Speicher- und Ladesysteme die Integration von Mobilität und Energienetzen und stehen damit für einen Systemwechsel im Bereich des Fahrzeugantriebs.

⁸⁰ Der Aggregator ist eine neue Marktrolle im Energiemarkt, die Haushaltskunden bündelt, somit die einzelnen Verlagerungspotenziale sammelt und am Markt (z.B. Börse, Regellenergie- oder Ausgleichsenergiemarkt) anbietet (Beucker, Truffer, Li et al. 2012).

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: Im Zuge einer Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energiequellen kann Elektromobilität zu einer systemrelevanten Schlüsseltechnologie für die Green Economy werden, die einen maßgeblichen Beitrag zur Nutzung regenerativer Energien und zum Klimaschutz leistet. Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme sind eine Schlüsseltechnologie der Elektromobilität, deren Umweltentlastungspotenzial hoch einzuschätzen ist.

Entwicklungs- und Erprobungsphase:

Insgesamt befinden sich Energiespeicher- und Ladesysteme in der Phase der Anwendungsentwicklung und Erprobung.

Innovationspotenzial: Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme erfordern und ermöglichen eine grundsätzliche Änderung der Antriebstechnik in Verbindung mit einer kompletten Umstellung der Energieträger. Das Innovationspotenzial in diesem Feld ist entsprechend hoch.

Marktpotenzial: Das Marktpotenzial ist mittel- bis langfristig als hoch einzuschätzen. Bis 2020 werden nach Einschätzungen der Firma Bosch weltweit allerdings von 100 Millionen neu produzierten Fahrzeugen nur drei Millionen Elektrofahrzeuge und Plug-in-Hybride sowie etwa sechs Millionen Hybridautos sein (Bosch 2010). Darüber hinaus wird mit einer dynamischen Verbreitung elektrischer Antriebe und elektrisch betriebener Fahrzeuge gerechnet.

Treiber und Hemmnisse

Wichtige Treiber für mobile Energiespeicher- und Ladesysteme sind regulative Push- und Pull-Faktoren (Rahmenbedingungen). International stimulieren zahlreiche Länder die Entwicklung und Markteinführung von Elektromobilität mit staatlichen Förderprogrammen und teilweise erheblichen Marktanreizen (z. B. China). Gleichzeitig sorgen gesetzliche Vorgaben zur Steigerung von Kraftstoffeffizienz (z. B. Europa, USA) und zur Senkung der CO₂-Emissionen sowie Vorgaben zu „Zero Emission“-Fahrzeugen (z. B. Kalifornien) für verstärkte Aktivitäten von Automobilherstellern und Zulieferern. Einen weiteren adopterseitigen Treiber stellen Lebensstil und Umweltbewusstsein von Trendsettern und städtischer Bevölkerung dar, die nach Niedrig- und Nullemissionsfahrzeugen verlangen und deren Mobilitätsverhalten sich ändert (Market Pull).

Haupthemmnisse liegen bisher bei den produktbezogenen und branchenbezogenen Einflussfaktoren im Bereich der Technik und Infrastruktur. Nach wie vor stellt die begrenzte Reichweite der Batterien ein zentrales Problem dar und liegen die Kosten viel zu hoch, so dass vor allem auf Basis bisheriger Geschäftsmodelle eine Markteinführung und Verbreitung behindert sind. Im Mangel an tragfähigen Geschäftsmodellen ist deshalb ein weiterer Hemmnisfaktor zu sehen. Hinzu kommt die Notwendigkeit, eine neue Lade-Infrastruktur aufzubauen. Zurzeit befinden sich verschiedene Speicher- und Ladesysteme in Deutschland in Erprobung, darunter knapp 2.000 Ladestationen im Rahmen der Modellregionen Elektromobilität (BMVBS 2011: 18). Alleine in Berlin soll die Zahl der Ladeeinrichtungen von 63 im Jahr 2011 auf 300 im Jahr 2013 und auf 800 im Jahr 2015 erhöht werden. Unsicherheiten bei Nutzern stellen insgesamt ein weiteres adopterbezogenes Hemmnis dar (Peters und Dütschke 2010: 15). Dies betrifft nicht nur die Reichweite, sondern auch Aspekte der Fahrzeugsicherheit sowie Unklarheiten über notwendige Verhaltensänderungen und Kosten.

Forschungsbedarf

Bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen gibt es zwar schon eine intensive Forschungstätigkeit, aber der Bedarf ist hier insgesamt sehr hoch. Inwiefern mobile Energiespeicher sich für ein Lastmanagement bei volatiler Erzeugung regenerativer Energien eignen, gehört zu den anstehenden Forschungsfragen. Insbesondere Lithium-Ionen-Batterien wird eine hohe Relevanz für das europäische Energiesystem und für europäische Firmen zugeschrieben, wobei Japan einen großen Entwicklungsvorsprung besitzt, der u.a. durch die

Innovationsallianz LIB aufgeholt werden soll (Doetsch 2009). Auf dem Weg zur Markteinführung und –verbreitung sind in der Forschung noch deutliche Entwicklungsfortschritte zu erzielen, um einzelne Komponenten zu einem Gesamtsystem zu integrieren und Herstellungsprozesse günstiger zu machen sowie in der Infrastruktur Voraussetzungen für ein funktionierendes Gesamtsystem zu schaffen. Dies betrifft insbesondere die Lithium-Ionen-Batterie, deren Kosten etwa um einen Faktor drei auf 200 bis 300 Euro pro Kilowattstunde gesenkt werden und deren Lebensdauer von sieben auf mehr als zehn Jahre erhöht werden müssen (Fraunhofer ISI 2011: 13). Die nächste Batteriegeneration (z. B. Lithium-Luft-, Metall-Luft- und Lithium-Schwefel-Batterien) befindet sich noch in der Grundlagenforschung, sodass frühestens in zwölf bis 15 Jahren mit einer Markteinführung zu rechnen ist (ibid.). Darüber hinaus ist auch F&E für effiziente Herstellungs- und Prüftechnologien sowie das Batteriemanagement erforderlich (Acatech 2010: 23).

3.1.8 Transformationsbarometer effiziente und resiliente Logistiksysteme am Beispiel „Grüner Logistik“

Eine effiziente und klimaangepasste grüne Logistik umfasst eine Vielzahl an Einzeltechnologien und Systemlösungen im Güterverkehrs- und Logistiksystem. Hierzu gehören die Verlagerung von Transporten auf Schiene und Schiff, der Einsatz von Telematiksystemen oder die verstärkte Bündelung von Transporten (BME 2009). Zum Bereich der klimaangepassten Logistik zählen beispielsweise Extremwetter-Frühwarnsysteme für die Routenplanung oder temperaturgeführte Transporte (nordwest2050 Konsortium 2010: 3).

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: Der gesamte Transport- und Logistiksektor hat mit einem Anteil von 23% an den weltweiten CO₂-Emissionen eine maßgebliche Bedeutung für eine Low Carbon Economy, 35% davon werden vom Waren- und Gütertransport verursacht (IPCC 2007: 330). UNEP geht davon aus, dass durch Investitionen von jährlich 0,34% des weltweiten BIP der Ölverbrauch im Transportwesen bis 2050 um ganze 80% gegenüber dem Ausgangsszenario reduziert werden könnte (UNEP 2011: 381).

Anwendungsentwicklung und Markttests:

Viele Lösungen im Bereich der Grünen Logistik befinden sich in Anwendungsnähe und werden getestet.

Innovationspotenzial: Das vielschichtige Innovationspotenzial erstreckt sich von innerbetrieblichen Maßnahmen über die Gestaltung von Produkten, Antriebskonzepten und Softwarelösungen bis hin zur Preis- und Vertragsgestaltung, Logistikinfrastruktur und passenden gesetzlichen Rahmenbedingungen.

Marktpotenzial: Mit Blick auf das steigende Gütertransportvolumen sowie auf Basis von Befragungsergebnissen von Logistikunternehmen in Deutschland, die einen Gesamtumsatz von rund 453 Milliarden Euro erwirtschaften, kann man davon ausgehen, dass Logistikunternehmen ihre Aktivitäten im Bereich „Grüne Logistik“ weiter vorantreiben werden bzw. müssen (BME 2012; BME 2009). Da sich bereits jedes zweite Unternehmen von grüner Logistik betroffen fühlt (Lohre und Herschlein 2010), kann das Marktpotenzial als hoch eingeschätzt werden.

Treiber und Hemmnisse

Der wichtigste Treiber für eine grüne Logistik sind steigende Energie- und Transportpreise (BME 2012: 6). Dieser markt- und branchenbezogene Einfluss stellt gleichzeitig einen großen Risikofaktor für die gesamte Logistikbranche dar. Kundenerwartungen in Bezug auf Klimaschutz und Carbon Footprint stellen ebenfalls einen Treiber dar (Market Pull), der bereits

für die Hälfte der Logistikunternehmen in Form von drohendem Kundenverlust eine Rolle spielt (Lohre und Herschlein 2010: 11; PWC 2009: 11). Der Carbon Footprint steht auch für steigende Transparenzanforderungen, die sich bereits in gesetzlichen Veröffentlichungspflichten für große Unternehmen insgesamt (z. B. Großbritannien) und konkrete Vorgaben für Transportprozesse (z. B. Frankreich) manifestieren (Regulativer Push). Dazu kommen angesichts eines weiteren Güterverkehrswachstums und einer bis 2030 zu erwartenden Steigerung der CO₂-Emissionen um ein Drittel Zielvorstellungen, nach denen in Deutschland bis 2020 25% des Güterverkehrs auf die Schiene verlagert werden sollen (Weiß 2010: 48). Aktuell liegt der Wert bei 18%.

Produkt- bzw. dienstleistungsbezogene Hemmnisse bestehen einmal bei der Güterverkehrsverlagerung und werden dort vor allem in höheren Kosten für die Gütertransporte, langen Transportzeiten und einer niedrigeren Transportzuverlässigkeit gesehen (UBA 2012a: 72). Ein weiteres Hemmnis bildet der bislang unsichere regulative Ordnungsrahmen für die Erfassung von Treibhausgasemissionen mittels Carbon Footprint sowie der zu seiner Erfassung hohe Aufwand (Lohre und Herschlein 2010: 43). Darüber hinaus spielen auch fehlende Anreize und Vorteile grüner und schadstoffarmer Logistik, etwa durch Ausnahmeregelungen bei Durchfahrverboten oder eine steuerliche Förderung, eine Rolle.

Forschungsbedarf

Bei der Forschung zu „Grüner Logistik“ handelt es sich um ein sehr breites Forschungsfeld, das bisher erst in den Anfängen steckt. So sieht der Aktionsplan Güterverkehr und Logistik zunächst einzelne Maßnahmen zur „Vereinbarkeit von Verkehrswachstum mit Umwelt- und Klimaschutz“ wie die Reduzierung der Emissionen im Güterverkehr oder die Transportkettenoptimierung mit standardisierter CO₂-Berechnung vor (BMVBS 2010a: 33). Bei bisherigen Maßnahmen im Bereich „Grüne Logistik“ handelt es sich vor allem um kurzfristig realisierbare Ansätze wie die Festlegung von Umweltzielen, eine Umweltzertifizierung, die Ermittlung des Carbon Footprint oder internes Energiemanagement. Forschungsbedarf besteht sowohl bezüglich der Anwendungsentwicklung und bei Markttests verschiedener technischer Lösungen als auch im Hinblick auf ökologische und ökonomische Potenziale. Dies gilt insbesondere für Innovationen im Bereich klimaangepasster, resilienter Logistik (nordwest2050 Konsortium 2012: 3). Vor allem aber liegt der Forschungsbedarf in den langfristig ausgerichteten Ansätzen für „grüne“ Produktlinien, nachhaltige Logistikzentren, intermodale Logistiksysteme oder neue Produkt- bzw. Verpackungsmaße (vgl. IHK Stuttgart 2011: 40). Auf EU-Ebene laufen hierzu derzeit im Förderprogramm Marco Polo Förderprojekte, die sich mit Innovationen zur Überwindung struktureller Hemmnisse im kombinierten Verkehr sowie intermodalen Transport- und Logistikketten beschäftigen. Derartige Vorhaben sind auszuweiten und ein langfristiges Forschungsprogramm zu „Grüner Logistik“ zu entwickeln. Insgesamt ist der Forschungsbedarf als hoch einzuschätzen.

3.1.9 Transformationsbarometer Langzeitwärmespeicher

Langzeitspeicher sind eine Technologie ohne funktionell gleichwertigen Vorläufer und können z. B. saisonale Wärmespeicher in der Niedrigenergie-Solarthermie sein. Die wichtigsten Typen sind Heißwasser-Wärmespeicher (gedämmte Behälter mit Wasser, nebenstehend im Bau gezeigt), Kies/Wasser-Wärmespeicher (gedämmte Behälter mit Kies/Wasser-Gemisch), Erdsonden-Wärmespeicher (Boden in bis zu 100 m Tiefe wird erwärmt) und Aquifer-Wärmespeicher (Grundwasser und Erde wird erwärmt - funktioniert nur mit stehendem Grundwasser) (Mangold, Riegger und Schmidt 2007). Zwei erste Langzeitwärmespeicher in Deutschland entstanden 1996. Heute gibt es etwa 20 (Mangold, Riegger und Schmidt 2007).

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: Langzeitwärmespeicher bieten die Möglichkeit, nicht nur räumlich, sondern zeitlich verschobene Wärme zu nutzen (DLR, Fraunhofer IWES und IfnE 2012), und erschließen damit sonst nicht nutzbare Energieressourcen. Grundsätzlich ist es ohne sie nicht möglich,

- Abwärme aus ganzjährig betriebenen industriellen Quellen oder Rechenzentren, soweit sie im Sommer anfällt, zumindest anteilig im Herbst und Winter zu nutzen,
- Wärme aus Solarkollektorfeldern, die grundsätzlich im Sommer anfällt, zumindest anteilig im Herbst und Winter zu nutzen,
- Wärme aus mittlerer und großer KWK die ganzjährig betrieben werden soll, soweit sie im Sommer anfällt, zumindest anteilig im Herbst und Winter zu nutzen.

Innovationspotenzial: Die Speicher erreichen einen Wirkungsgrad von ca. 50%, d.h., die Hälfte der im Sommer eingelagerten Wärme kann im Herbst zum Heizen verwendet werden (Nußbicker-Lux 2009: 5; Clausen, Bierter und Winter 2011: 39). Mit Blick auf die vielen möglichen Bauarten und die damit verbundenen, vielfältigen Verbesserungsmöglichkeiten sowie die Tatsache, dass auch ein Wirkungsgrad von 50% noch nicht befriedigend erscheint, ist auch das Innovationspotenzial als hoch einzuschätzen.

Entwicklungsphase:

Langzeitwärmespeicher befinden sich in der Phase des Baus von Prototypen und Pilotanlagen.

Marktpotenzial: Das Marktvolumen ist groß. Aus den Daten der BMU-Leitstudie 2011 (DLR, Fraunhofer IWES und IfnE 2012: 126) lässt sich ableiten, dass im Jahr 2050 mindestens 20% des Gebäudebestandes an Langzeitwärmespeicher angeschlossen sein müssten. Etwa 8% der Raumwärme sollen dann als solare Nahwärme bereitgestellt werden, ein Wert, für den Langzeitwärmespeicher nicht verzichtbar sind.

Treiber und Hemmnisse

Als Treiber der Entwicklung und als Initiatoren der wenigen Pilotprojekte sind einige Personen und Institutionen als Pioniere aktiv, die ausgehend von der Systemrelevanz der Langzeitwärmespeicher immer wieder den Versuch machen, preiswertere Speicher mit höherem Wirkungsgrad zu realisieren.

Ein anbieterbezogenes Hemmnis liegt darin, dass es in Deutschland bisher keine etablierten Anbieter gibt. Die meisten Speicher sind Ergebnis von Forschungsprojekten, um die sich wissenschaftliche und technische Akteure gruppieren. Spezialisierte Gründungen sind nicht bekannt (Clausen, Bierter und Winter 2011: 40).

Für das teure Investitionsgut Langzeitwärmespeicher sind die derzeitigen marktlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen ein Hemmnis. Niedrige Wärmepreise machen Investitionen in Wärmenetze und Speicher nur schwer wirtschaftlich. Wärmenetze werden von Banken als Sicherheit nicht akzeptiert, da sie keinen Wiederverkaufswert haben. Die Finanzierung solcher Investitionen ist damit problematisch, zumal mit Abschreibungszeiträumen von 30 bis 50 Jahren kalkuliert werden muss. Diese Problematik wird sich zukünftig auch für Langzeitwärmespeicher so stellen.

Seit 1996 wurden einige Langzeitwärmespeicher im Rahmen von Forschungsprojekten gefördert. Zwar wurden aus dem Marktanreizprogramm (MAP) auf Basis des Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz (EEWärmeG) in 2010 immerhin 62 sogenannte große Wärmespeicher gefördert, deren Baukosten jedoch bei knapp 1.000 € pro Kubikmeter lagen und deren durchschnittliches Volumen unter 100 m³ betrug (Langniß, Kohberg und Wülbeck et al. 2011:

60). Der Speicher in Marstal, Dänemark (vgl. Foto) hat dagegen ein Volumen von ca. 10.000 m³ und kostete ca. 70 €/m³ (Marstal Fjernvarme 2005: 3). Letztlich besteht also z.Zt. in Deutschland keine wirksame Förderung zum Bau von Langzeitwärmespeichern (mangelnder Politischer Pull).

Als Hemmnisse erweisen sich also die institutionellen Bedingungen, für deren Änderung eine einschlägige Politik erforderlich wäre, die im Kontext der Energiewende neben der Erzeugung und Verteilung von regenerativem Strom das Wärmethema konsequenter in den Blick nimmt. Hier gibt es zwar vielfältige Studien, politische Instrumente im Wärmekontext zielen jedoch bisher vornehmlich auf die Erzielung einer Sanierungsquote von 2% p.a. und auf die Förderung von kleinen Wärmeerzeugern und Netzen über Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz und EEWärmeG, die für die Integration von Großspeichern zu klein und wirtschaftlich nicht leistungsfähig genug sind. Der Betrieb von Wärmenetzen (mit oder ohne Speicher) ist sowohl von der ökologischen wie ökonomischen Effizienz umso besser, je höher die Anschlussdichte der Haushalte im Versorgungsgebiet ist. Planungsrechtlich wird jedoch ein Anschlusszwang, z. B. in Form kommunaler Fernwärmevorranggebiete, kaum ausgeübt (mangelnder Regulativer Push).

Forschungsbedarf

Der Blick auf Langzeitwärmespeicher macht deutlich, dass das Thema Wärme und die Erschließung nachhaltiger Wärmequellen bei politischen Entscheidungsträgern sowie in den gesetzlichen Rahmenbedingungen im Vergleich zu Strom zu wenig verankert ist. Mit Blick auf die Ursachen hierfür und die Frage, wie das pfadbezogene Dilemma eines „Lock-Out“ überwunden werden kann, besteht daher Forschungsbedarf.

Da Langzeitwärmespeicher offenbar eine komplexe und nicht fertig entwickelte Technologie sind, ist zu empfehlen, dieses produkt- und pfadbezogene Hemmnis mit dem Einstieg in die Serienproduktion und der damit verbundenen Herausbildung erster professioneller Serienanbieter überwinden zu helfen. Dies könnte nach dem Vorbild des 1.000-Dächer-Programms erfolgen, das in den 1990er Jahren die Errichtung einer ersten mittelgroßen Serie von PV-Anlagen förderte, und sollte auf einen Zeitraum von fünf bis zehn Jahren angelegt sein. Um einen echten Impuls zu setzen, wäre mindestens an ein „100-Langzeitwärmespeicher“-Programm zu denken, welches in Abgrenzung zum MAP auf Speichervolumina über 5.000 m³ fokussiert sein sollte.

Parallel zu einem solchen Programm sollten Projekte zur Optimierung von Kosten und Wirkungsgrad durchgeführt werden, bei denen auch die Erfahrungen des Programms selbst ausgewertet werden.

3.1.10 Transformationsbarometer Virtuelles Kraftwerk

Mehrere dezentrale Stromerzeuger, z. B. Windkraftanlagen, PV und Biogas-BHKW kombiniert mit Anlagen der Stromspeicherung, die gemeinsam geregelt werden, bezeichnet man als virtuelles Kraftwerk (Rohrig 2011, Arndt, von Roon und Wagner 2006: 52f.; ISET e.V. und Schmack Biogas AG 2008: 22ff). Aufgabe des virtuellen Kraftwerkes ist es, das Stromnetz nicht nur mit einer bestimmten Strommenge zu versorgen, sondern darüber hinaus sogenannte Systemdienstleistungen zu erbringen. Hierbei handelt es sich um die Fähigkeit, unterschiedliche Erzeugungs- und Speicheranlagen so aufeinander abzustimmen, dass die Erzeugungskurve der Verbrauchskurve folgt, die Spannung stabil bleibt und die Frequenz von 50 Hz gehalten wird.

In ersten kommerziellen Anwendungen in der Biogas-Branche geht es beispielhaft um die Bereitstellung positiver oder negativer Minutenreserve, sodass der Netzbetreiber bei hoher Last zusätzliche Erzeuger „buchen“ kann und bei niedriger Last Erzeuger vom Netz gehen.

Das Geschäftsmodell dieses virtuellen Kraftwerks beruht darauf, dass für kurzfristige Reserve neben dem Arbeitspreis für zusätzlich gelieferten Strom auch ein Bereitstellungspreis gezahlt wird. Das verwandte Konzept des Hybridkraftwerks umfasst zusätzlich Umwandlungsanlagen von Strom in Wasserstoff oder Methan, mit denen Überschussstrom in Gas umgewandelt werden kann. Rohrig (2011: 14) rechnet auch steuerbare Lasten wie z. B. die Umwandlung in Gas oder Großwärmeerzeuger zur Einspeisung von Überschussstrom in Wärmenetze (Fraunhofer ISE 2012: 16) dem Konzept des virtuellen Kraftwerks zu.

Eine zentrale Stellung haben die vier großen Übertragungsnetzbetreiber wie auch die Bundesnetzagentur. Letztere ist für die Kontrolle und Genehmigung der Netznutzungsentgelte und der Schaffung eines diskriminierungsfreien Zugangs zu Stromnetzen gemäß Energiewirtschaftsgesetz und damit auch für die Rahmenbedingungen des Betriebs virtueller Kraftwerke zuständig.

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: Virtuelle Kraftwerke tragen zur Versorgungssicherheit im Stromnetz bei (Dena 2010). Sie erfüllen dabei eine ähnliche Funktion wie Stromspeicher oder das Demand Side Management, bei dem der Netzbetreiber einzelne oder gebündelte Stromverbraucher in das Lastmanagement einbezieht. Virtuelle Kraftwerke sind also nicht alternativlos. Es deutet aber vieles darauf hin, dass die Bereitstellung von positiver oder negativer Minutenreserve durch virtuelle Kraftwerke oder Demand Side Management deutlich billiger ist als eine Lösung mit großen Stromspeichern (Clausen 2011: 99).

Entwicklungsphase:

Virtuelle Kraftwerke befinden sich in der Phase der Markteinführung.

Innovationspotenzial: In der zuverlässigen Steuerung virtueller Kraftwerke, die neben der Systemdienstleistung für das Stromnetz parallel individuelle Versorgungsaufgaben wie z. B. die Raumheizung durch KWK haben, liegen noch Herausforderungen (Arndt, von Roon und Wagner 2006: 57). Auch durch die Erschließung technischer Potenziale, wie z. B. dem Gasspeichervermögen von Biogasanlagen, eröffnen sich neue Geschäftsmodelle. Die Ausschreibungs- und Zuschlagsplattform www.regelleistung.net könnte in einen Markt für Versorgungssicherheit (EWI 2012) weiterentwickelt werden, auf dem zukünftig auch für längerfristig fehlende und größere Kraftwerkskapazitäten in transparenten Prozessen Preise gefunden werden können. Das Innovationspotenzial ist als hoch einzuschätzen.

Marktpotenzial: Das Innovations- und Marktpotenzial für virtuelle Kraftwerke ist hoch. Die für den Ausbau des Stromverteilungsnetzes geschätzten Kosten werden je nach zu Grunde gelegtem Szenario auf zehn bis 50 Milliarden Euro bis zum Jahr 2020 geschätzt (Dena 2010: 366). Hinzu kommen zweistellige Milliardenbeträge für den Neubau und die Sanierung von konventionellen Grundlastkraftwerken (vgl. BMU und BMWi 2012). Die Virtualisierung von Kraftwerken kann in erheblichem Maße zu der Modernisierung der Energieversorgung beitragen, dabei die Integration der erneuerbaren Energien unterstützen und die Effizienz in Versorgung und Verteilung erhöhen. Auch hier geht es um Milliardeninvestitionen.

Treiber und Hemmnisse

Der wichtigste Treiber der Entwicklung virtueller Kraftwerke liegt in der von Politik und Marktakteuren gewünschten Netzstabilität, die bei einem wachsenden Anteil von zeitlich eingeschränkt verfügbaren Stromerzeugern wie PV oder Windkraft immer schwieriger zu gewährleisten ist (Dena 2010; SRU 2011). Da dieses Problem im Interesse der Versorgungssicherheit gelöst werden muss, ist es notwendig, bei den Technologien zur Stromspeicherung, zum Demand Side Management und eben an der Technologie des virtuellen Kraftwerks Fortschritte zu erzielen.

Ein weiterer wichtiger Treiber ist die F&E-Förderung (Politischer Pull). Seit 1999 wurde der Aufbau einiger virtueller Kraftwerke im Rahmen von Forschungsprojekten gefördert (Arndt, von Roon und Wagner 2006: 53). An den Pilotprojekten waren kleine wie große Stromversorger und Netzbetreiber, Anlagenhersteller, Systementwickler und Forschungsinstitute beteiligt.

Die zentralen Hemmnisse sind produkt- und marktbezogen. Zum einen ist das virtuelle Kraftwerk noch nicht serienreif und zum anderen liegen Hemmnisse in den Bedingungen des Strommarktes. Dieser folgt zurzeit sehr stark dem Prinzip einer „Energy Only“-Marktlösung⁸¹. Für alle Systemdienstleistungen, die keinen Stromverkauf beinhalten, stellt dies ein Hemmnis dar (EWI 2012: 6). Dieser durch die Politik herbeigeführte Zustand bedarf der Änderung.

Forschungsbedarf

Sowohl zur Frage der Anlageneinbindung wie der Kommunikation zwischen den eingebundenen Anlagen, aber auch mit Blick auf Frequenzhaltung, z. B. mit dem Ansatz der virtuellen Synchronmaschine, besteht weiterer und erheblicher Forschungsbedarf (Arndt, von Roon und Wagner 2006: 57).

Wesentlich wird auch der Aspekt der IT-Sicherheit sein, der mit zunehmender Verbreitung vernetzter IT-Systeme im Stromnetz kritisch für die Versorgungssicherheit werden könnte.

Zentral ist außerdem die Forschung zu den institutionellen Bedingungen des Strommarktes, insbesondere zur Frage der Finanzierung von Systemdienstleistungen wie Minuten- oder Stundenreserve und Speicher, die für die weitere Diffusion von virtuellen Kraftwerken, Speichern und Demand Side Management zentral sein werden. Um einen langsamen und damit fehlerfreundlichen Prozess der Aufskalierung zu ermöglichen, ist ein rasches Anlaufen weiterer Fördermaßnahmen bzw. ein rasches Schaffen der richtigen Rahmenbedingungen erforderlich.

3.1.11 Transformationsbarometer Nachhaltige Themenfonds

Nachhaltige Geldanlagen (im Englischen „Sustainable and Responsible Investment“ – kurz SRI) sind mittlerweile ein etabliertes und wachsendes Segment der Finanzindustrie (vgl. Eurosif 2012). Nachhaltige Themenfonds⁸² können weit gefasst definiert werden als „Investitionen in Themen oder Assets, die mit der Förderung von Nachhaltigkeit zusammenhängen und einen E+S+G-Bezug [Umwelt, Gesellschaft oder Governance] haben“ (FNG 2012: 8). Mit den Investitionen in Unternehmen bzw. Vorhaben sollen spezifische Nachhaltigkeitsstrategien gezielt gefördert werden – bspw. Wasserqualität und -zugang, erneuerbare Energien, Klimawandel, Cleantech, Ernährung, Biodiversität, Forstwirtschaft oder Recycling.

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: Nachhaltige Themenfonds sind als Schlüssellösung zu betrachten, weil sie weltweit Geldströme in nachhaltigere Wirtschaftsstrategien in unterschiedlichen Sektoren lenken können. Angesichts der Finanzvolumina, die für die Entwicklung zu einer Green Economy in allen Wirtschaftszweigen erforderlich sind, bieten nachhaltige Themenfonds vielfältige Möglichkeiten, einen erheblichen Beitrag zu leisten, um die erforderliche Größenordnung zu erreichen (vgl. Kap. 2.3). Die ökologische Bedeutung von nachhaltigen Themenfonds ist

⁸¹ In einem „Energy-only“-Markt wird nur die gelieferte Energie bezahlt.

⁸² Im englischsprachigen Raum werden „Nachhaltige Themenfonds“ als „Sustainability themes“, „Sustainability Themed Investment“, „ESG-themed Investments“ oder „Thematic approach“ bezeichnet (Eurosif 2012, 11).

als hoch einzustufen, die Wirkung ist jedoch indirekt. Die nachhaltigen Themenfonds können zu mehreren Zielen der Green Economy beitragen (vgl. Kap. 2.3).

Innovationspotenzial: Nachhaltige Themenfonds stellen aufgrund ihrer gezielten Ausrichtung an Nachhaltigkeitszielsetzungen eine grundlegend neue Kategorie von Geldanlagen dar. Mit Blick auf ihren Neuigkeitsgrad und ihre breite Anwendbarkeit auf unterschiedliche Zielsetzungen einer Green Economy kann ihnen ein hohes Innovationspotenzial attestiert werden. Bislang gibt es jedoch nur relativ wenige nachhaltige Themenfonds und sie sind als strategischer Ansatz noch nicht breit wahrnehmbar. Ob und inwieweit die bislang bestehenden Themenfonds einen Nachhaltigkeitsbeitrag leisten, kann nicht immer eindeutig beantwortet werden. Daher werden immer mehr Nachhaltigkeitsstandards entwickelt, nach denen sich die Investmentfonds richten können (bspw. finanzspezifische wie Equator Principles und ressourcenbezogene Standards wie MSC, FSC oder RSPO) (vgl. Eurosif und oekom research 2009). Da es für manche Wirtschaftssektoren und Anwendungsgebiete noch keine detaillierten Standards gibt, besteht hier noch Entwicklungsbedarf.

Entwicklungsphase:

Nachhaltige Themenfonds befinden sich je nach Themenbereich in der Phase der Anwendungsentwicklung oder Diffusion.

Marktpotenzial: Die Marktgröße ist bereits beachtlich und das Wachstum schnell: in Europa waren 2011 bereits €48 Milliarden in solchen Fonds investiert (Eurosif 2012: 13). In Deutschland ist ein Wachstum zwischen 2009 und 2011 von 22,9% (von €2,99 Mrd. auf €4,52 Mrd.) zu verzeichnen (Eurosif 2012: 14). Zudem ist die Prognose für die Zukunft positiv, insbesondere weil sich institutionelle Investoren wie Rentenfonds zunehmend für diese Sparte interessieren (UNEP 2011: 620; Eurosif 2010: 14; Eurosif 2012: 13).

Treiber und Hemmnisse

Wissenschaftliche Untersuchungen stützen die Annahme, dass nachhaltig agierende Unternehmen langfristig auch wirtschaftlich erfolgreicher sind und als Anlageobjekt weniger Risiken aufweisen (vgl. die Metastudie zu über 100 wissenschaftlichen Arbeiten von DB Climate Change Advisors (2012)). Diese Ergebnisse erhöhen die Akzeptanz und Attraktivität nachhaltiger Themenfonds und stellen einen wichtigen Treiber für deren Verbreitung dar.

In Deutschland besteht eine relativ deutliche Tendenz bei nachhaltigen Themenfonds: Das meiste Geld wird in den Bereichen Klimawandel, Erneuerbaren Energien, Grüne Immobilien sowie Wasser investiert (FNG 2012: 17). Dass die Politik Anreize schaffen kann, um die Finanzindustrie in eine nachhaltigere Richtung zu lenken, wird durch die Wirkung des EEGs deutlich, das in Deutschland einen großen Anreiz für Investitionen in erneuerbare Energien darstellt (FNG 2012: 17). Gerade Gesetzgebung (Regulativer Pull), sowie Transparenz und Nachfrage durch institutionelle Investoren – z. B. Stiftungen, kirchliche Institutionen oder Pensionsfonds – (Market Pull) werden von Anlageberatern als zentrale Treiber für nachhaltige Geldanlagen auf europäischer Ebene eingestuft (Eurosif 2012: 25).

Als Hemmnis der Verbreitung nachhaltiger Themenfonds können die bislang zum Teil fehlenden gesetzlichen Vorschriften für die Nachhaltigkeitsstandards und die Nachhaltigkeitsberichterstattung gelten. Für die Einschätzung, ob ein Unternehmen nachhaltig agiert oder nicht, ist eine standardisierte, aussagekräftige und transparente Nachhaltigkeitsberichterstattung zentrale Voraussetzung. Der Gesetzgeber hat maßgeblichen Einfluss auf die Berichterstattung von Investoren und Unternehmen zu sozialen und ökologischen Auswirkungen (vgl. FNG 2010). Dazu können von der Politik verpflichtende Standards und von Intermediären freiwillige Standards für nachhaltige Geldanlagen festgelegt werden. Dies führt zu verbesserten Ergebnissen durch besser informierte Entscheidungen sowie einem wirkungsvolleren Monitoring der Investments (vgl. FNG 2010; Schmidt und Weistroffer 2010). Beispielsweise werden in Deutschland im europäischen Vergleich relativ niedrige Anforde-

rungen bezüglich Nachhaltigkeitskriterien an Großinvestoren wie Pensionskassen oder Versicherungsunternehmen gestellt. Sie müssen für einige Produktbereiche seit 2002 (Pensionsfonds) bzw. seit 2005 (Pensionskassen und Direktversicherer) über die Anwendung von Nachhaltigkeitskriterien berichten (laut dem VAG); zur Anwendung selber gibt es jedoch keine Verpflichtungen (Eurosif 2012; Eurosif 2011).

Forschungsbedarf

Eine ausschließliche Betrachtung der Produkte (bspw. Technologien im Bereich der erneuerbaren Energien), die ein Unternehmen für einen nachhaltigen Themenfonds interessant machen, ist nicht ausreichend. Die gesamte Wertschöpfungskette inklusive der Produktions- und Arbeitsbedingungen sowie die Gesamtauswirkung eines Unternehmens müssen einbezogen werden (Eurosif 2012). Es besteht noch Forschungsbedarf dazu, wie die Gesamtauswirkungen einer Investition erfasst werden können und wie erwünschte Nachhaltigkeitseffekte erzielt und negative Nachhaltigkeitseffekte verhindert werden können. Forschungsprogramme auf Bundesebene zur Untersuchung der Nachhaltigkeitswirkungen in der Finanzwirtschaft sind bisher nicht erkennbar. Eine zentrale Herausforderung ist die Entwicklung von Bewertungsmethoden, die diese Gesamtauswirkungen der Investitionen ex ante abschätzen können. Interdisziplinäre Forschungsvorhaben sowie ein Forschungsprogramm zum Thema nachhaltige Geldanlagen könnten hier Fortschritte erbringen.

3.1.12 Transformationsbarometer GCC

GCC beschreibt den Ansatz, energie- und materialeffizient IT-Dienste dynamisch an den Bedarf angepasst über das Internet zu nutzen. Bei den IT-Diensten kann es sich z. B. um die Bereitstellung von IT-Infrastrukturen wie Server- und Speicherkapazitäten, aber auch um das Angebot von Softwarelösungen handeln. Hierzu können im Wesentlichen drei Mechanismen genutzt werden. Erstens kann durch die gebündelte zentrale Bereitstellung der IT-Dienste deren Auslastung und Effizienz im Vergleich zur dezentralen Bereitstellung deutlich erhöht werden. Zweitens können bei der zentralen Bereitstellung von IT-Ressourcen über das Internet spezielle Cloud Computing-Rechenzentren genutzt werden, die deutlich effizienter arbeiten als herkömmliche Rechenzentren. Der dritte Ansatzpunkt für GCC liegt in der Energienutzung. Cloud Rechenzentren können z. B. ausschließlich regenerativ erzeugten Strom nutzen. Beispielsweise versorgt die Strato AG seit 2008 ihre Rechenzentren ausschließlich mit Strom aus Wasserkraft (Strato 2012). Außerdem können Sie räumlich so platziert werden, dass günstige klimatische oder andere räumliche Bedingungen genutzt werden. Hier reicht die Spannweite von der Ausnutzung niedriger Außentemperaturen oder die Platzierung an Gewässern für die Kühlung der Geräte bis hin zur direkten räumlichen Kombination von regenerativer Stromerzeugung und Rechenzentrum.

Über GCC ist somit zum einen eine Reduktion des Strom- und Materialbedarfs durch die mögliche höhere Effizienz des Cloud Computings erreichbar. Zum anderen ermöglicht die Nutzung regenerativ erzeugter Energie eine Vermeidung von CO₂-Emissionen für den Betrieb der Rechenzentren.

Systemrelevanz, Innovations- und Marktpotenzial

Systemrelevanz: GCC ist eine Technologie mit sehr hoher Systemrelevanz. Die zentrale Bereitstellung von umweltfreundlich erbrachter IT-Leistung ist ein neues Paradigma, das auch die Konstruktion und Nutzung von Endgeräten und Netzwerkinfrastruktur grundlegend beeinflusst. Die Systemrelevanz ist aber nicht auf den Bereich der IKT beschränkt. Cloud Computing wird als Schlüsseltechnologie für die gesamte Wirtschaft gesehen.

Innovationspotenzial: Das Innovationspotenzial im Bereich von grünen IKT-Lösungen ist insgesamt als relativ hoch einzuschätzen. Die Rechenleistung neuer Prozessoren verdoppelt

sich alle 18 Monate (Moore's Law). Dies führt dazu, dass IT-Lösungen meist nur drei bis fünf Jahre im Betrieb sind und dann durch neue Systeme ersetzt werden. Mit der Erhöhung der Leistungsfähigkeit ist auch eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz verbunden, die allerdings den zusätzlichen Bedarf an IT-Leistung in der Vergangenheit nicht ausgleichen konnte. Allein die Rechenzentren in Deutschland verbrauchten im Jahr 2011 mit ca. zehn Terawattstunden ca. 2,5-mal so viel Strom wie im Jahr 2000 (Hintemann und Fichter 2012). Ein konsequenter Einsatz von GCC besitzt das Potenzial, eine Trendwende zu schaffen. Zudem die Informationstechnik selbst eine Schlüsselinnovation für effiziente Ressourcennutzung in anderen Branchen ist („Green durch IT“).

Entwicklungsphase:

Cloud Computing als Technologie befindet sich am Beginn der Diffusionsphase; Green Cloud Computing befindet sich in der Markteinführung – es gibt vereinzelt erste Anwender.

Marktpotenzial: Die Potenziale für GCC sind beträchtlich. Aktuell verbrauchen die Server und Rechenzentren in Deutschland 1,8 % des elektrischen Stroms (Hintemann und Fichter 2012). Laut Greenpeace ist weltweit mit einer Verdrei- bis Vervierfachung des durch Rechenzentren verursachten Stromverbrauchs bis zum Jahr 2020 zu rechnen - im Wesentlichen verursacht durch Cloud Computing und die damit verbundenen Rebound-Effekte (Cook und Van Horn 2011: 12ff). Für Deutschland erwartet die Experton Group eine Verachtfachung des Umsatzes mit Cloud-Diensten zwischen 2010 und 2015 auf über acht Milliarden Euro jährlich (Experton Group 2010). Ein Großteil davon wäre als GCC realisierbar.

Treiber und Hemmnisse

Ein wichtiger Treiber für den Einsatz energieeffizienter Lösungen in Cloud-Rechenzentren sind die steigenden Stromkosten. Gleichzeitig besteht in diesem marktbezogenen Einflussfaktor auch ein mögliches Hemmnis. Da die Stromkosten teilweise den größten Kostenanteil in Cloud-Rechenzentren darstellen, kann eine „grüne“ Stromversorgung zu höheren Kosten führen. Dieser mögliche Wettbewerbsnachteil kann dadurch ausgeglichen werden, dass Cloud-Anbieter sich durch Energieeffizienzmaßnahmen und den Bezug von 100% zertifizierten Öko-Strom als „grüne“ Cloud-Anbieter von Wettbewerbern differenzieren. Dies kann z. B. durch das Engagement von Umweltverbänden unterstützt bzw. forciert werden (Zivilgesellschaftlicher Push). Einige der weltweit agierenden Unternehmen sind beispielsweise in einer aktuellen Greenpeace-Studie wegen der Verwendung von Kohlestrom und Kernenergie kritisiert worden (Cook 2012). Erste Reaktionen sind bereits festzustellen, indem z. B. Apple eine Biogas-Anlage in North Carolina baut (Kubiv 2012).

Ungeklärte Fragen hinsichtlich Datenschutz und Datensicherheit bei international agierenden Unternehmen behindern den Einsatz von Cloud Computing. Schärfere Datenschutz- und Datensicherheitsvorschriften in Deutschland und der EU (Regulatorischer Push) können Chancen für GCC-Lösungen aus Europa und Deutschland eröffnen.

Als Hemmnisse erweisen sich teilweise die institutionellen Bedingungen. So wird im Bereich der Rechenzentren diskutiert, inwieweit diese als große Stromverbraucher auch von der EEG-Umlage ausgenommen werden sollten. Initiativen einzelner Rechenzentrumsbetreiber zur umweltfreundlichen Stromversorgung stoßen auf regulative Hindernisse. So ist z. B. eine Befreiung von der Stromsteuer nur für BHKWs unter zwei Megawatt Leistung möglich.

Forschungsbedarf

Insgesamt muss festgestellt werden, dass die Informationen zum Thema GCC bislang noch lückenhaft sind. Es fehlen belastbare Daten, die die Ressourceneinsparpotenziale von Cloud Computing eindeutig belegen. Nahezu keine Informationen liegen z. B. über die Auswir-

kungen des erhöhten Datenverkehrs durch Cloud Computing auf den Energieverbrauch von Fest- und Mobilfunknetzen vor.

Notwendig wäre auch ein kontinuierliches Monitoring, um die Entwicklung der Umweltbeanspruchung durch Cloud-basierte Dienste zu bewerten und um mögliche Rebound-Effekte zu identifizieren. Hierzu müssten zunächst geeignete Methoden entwickelt werden. Das könnte im Rahmen eines Forschungsförderprogramms „GCC“ erfolgen.

Forschungsaufgaben liegen auch in der Weiterentwicklung der beschriebenen technischen Lösungen zur Erhöhung der Effizienz der Rechenzentren.

Mit Blick auf den teilweise fragwürdigen Nutzen von wachsenden Cloud Services, z. B. die starke Zunahme von Videodownloads, sollte auch der institutionelle Rahmen und seine Wechselwirkung mit Nutzungsgewohnheiten untersucht werden, um auch von der Nutzungsseite her eine „nachhaltige“ Cloud zu ermöglichen.

3.2 Stärken und Schwächen der politischen Rahmenbedingungen in Deutschland

Die Analysen in Kapitel 2.2 und 3.1 haben gezeigt, dass staatliche Rahmensetzung entscheidende Beiträge dazu leisten kann, die Treiber der Transformation in Richtung einer Green Economy zu stärken und die Hemmnisse überwinden zu helfen. Zugleich können fehlende oder kontraproduktiv ausgestaltete Rahmenbedingungen selbst zu einem wichtigen Hemmnis der Transformation werden. Ein genaues Verständnis der Stärken und Schwächen der politischen Rahmenbedingungen für die Transformation bietet die Grundlage dafür, die Potentiale für die Transformationsförderung voll auszuschöpfen und Hindernisse abzubauen. Im folgenden Abschnitt wird zunächst der Ansatz zur Analyse und Bewertung der Rahmenbedingungen vorgestellt und sodann werden wichtige Stärken sowie Verbesserungsbedarfe für die deutsche Transformationspolitik herausgearbeitet. Schlussfolgerungen zu Forschungs- und Handlungsempfehlungen im Rahmen einer Green Economy-Politikagenda werden dann im anschließenden Kapitel 4 gezogen.

3.2.1 Analytischer Rahmen: Handlungsfelder, Instrumente und Bewertungskriterien der Transformationspolitik

Gesamtgesellschaftliche Transformationsprozesse wie die Transformation hin zu einer Green Economy sind nicht direkt steuerbar (WBGU 2011: 114). Dennoch bestehen wirkmächtige politische Handlungsräume bei der Setzung der Rahmenbedingungen für die Transformation. Geeignete Rahmenbedingungen können die Transformationsdynamiken anregen, unterstützen und lenken, sie können der Transformation „eine Entfaltungsmöglichkeit in eine bestimmte Richtung [...] eröffnen“ (ibid.). Um die Stärken und Schwächen der politischen Rahmenbedingungen für die Transformation zu bewerten, schlägt der hier vorgestellte Ansatz Handlungsfelder, Instrumente und Bewertungskriterien für die Transformationspolitik hin zur Green Economy vor. Diese Strukturierung stützt sich auf policy-orientierte Ansätze aus der Forschung zur grünen Umgestaltung der Wirtschaft (u.a. Jacob, Knopf und Kahlenborn 2010; Fichter und Clausen 2013; Jänicke 2012) sowie aus der Forschung zu Transformationsprozessen in Richtung Nachhaltigkeit (u.a. Geels 2002; Grin, Rotmans und Schot 2011; Loorbach 2007) und macht diese für die Green Economy-Perspektive fruchtbar.

Handlungsfelder der Transformationspolitik

Bei der Frage, wo Politik und andere gesellschaftliche Akteure in den Transformationsprozess zu einer Green Economy eingreifen können, kann auf Strukturierungsansätze aus der Forschung zur ökologischen Industriepolitik (z. B. Jacob, Knopf und Kahlenborn 2010), zur ökologischen Modernisierung (z. B. Jänicke 2012) und zur Entwicklung und Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen (z. B. Fichter und Clausen 2013) zurückgegriffen werden. So unterscheiden Klaus Jacob, Knopf und Kahlenborn (2010) vier Felder industriepolitischer Maßnahmen, die für die Ziele einer ökologischen Industriepolitik genutzt werden können: 1.) **Innovationsförderung** (u.a. institutionelle Forschungsförderung, Exzellenzinitiativen, Clusterbildung, gezielte KMU-Förderung, Patentrechte, Zielvereinbarungen); 2.) **Bereitstellung von Infrastrukturen** (u.a. Bildungsangebote, Büro- und Laborräume, Technologieparks); 3.) **Kommerzialisierung** (u.a. Markteinführungs- und Marktanreizprogramme, Venture Capital, Exportförderung, Leadmärkte) und 4.) **Nachfrageorientierte Instrumente** (Öko-Labels, Bildungsmaßnahmen, Contracting-modelle, Öffentliche Beschaffung). Aktuelle Untersuchungen zur Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen (Fichter und Clausen 2013) zeigen, dass über die genannten Bereiche hinaus auch die **Gründungsförderung** und **kooperative Markt-**

entwicklungsansätze wie z. B. die gemeinsame Entwicklung leitmarktbezogener Roadmaps von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft wichtige Ansätze für die erfolgreiche Verbreitung umweltentlastender Produkt- und Serviceinnovationen sind.

Die genannten Handlungsansätze unterstützen *direkt* die Innovation und Diffusion nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen, die die Basis des Wirtschaftens in einer nachhaltigen Ökonomie bilden können. Ein vollständiger Umbau kann aber nur gelingen, wenn zugleich der **Ausstieg** aus nicht-nachhaltigen Produkten, Dienstleistungen und Wirtschaftspraktiken erreicht wird, auch als Prozess der „Exnovation“ bezeichnet (z. B. Antes, Eisenack und Fichter 2012; Fichter und Clausen 2013). Staatliche Interventionen, wie der Abbau umweltschädlicher Subventionen, das Verbot umwelt- und gesundheitsgefährdender Stoffe und Technologien, oder ein verbindlicher Rahmen für Ausstiegsprozesse, wie dem Ausstieg aus der Atomenergie, können diesen Exit maßgeblich befördern.

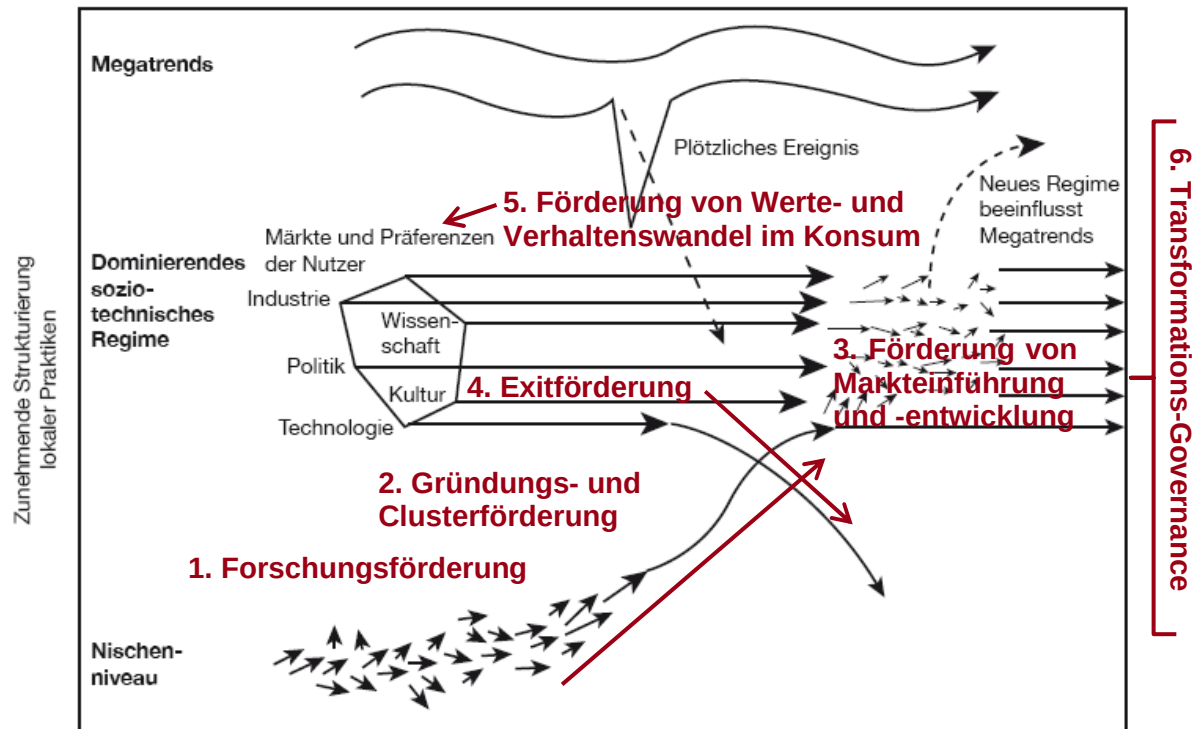
Die Transformationsforschung (insbes. Geels 2002, 2005; Grin, Rotmans und Schot 2011, Foxon 2011; für einen Überblick s. Markard, Raven und Truffer 2012) setzt die Prozesse des Einstiegs in nachhaltige und des Ausstiegs aus nicht-nachhaltigen Wirtschaftsformen in einen breiteren gesellschaftlichen Rahmen: Sie betont, dass diese Prozesse beeinflusst werden von den vorherrschenden gesellschaftlichen Problemstellungen und Normen (vgl. Kapitel 1.4 zum Mehrebenenmodell der Transformation); die **Unterstützung eines entsprechenden Werte- und Verhaltenswandels** aller gesellschaftlichen Akteure bildet damit einen weiteren wichtigen Ansatzpunkt für die Transformationspolitik. Ebenfalls heben policy-orientierte Ansätze der Transformationsforschung (Loorbach 2007, 2010; Kern und Howlett 2009; Kemp und Loorbach 2006; Kemp, Loorbach und Rotmans 2007; Voß, Smith und Grin 2009; Rotmans und Loorbach 2011) hervor, dass Transformationsprozesse im Kontext der Nachhaltigkeit aufgrund ihrer zeitlichen Dringlichkeit und Vielzahl der Handlungsebenen und Interessenlagen einer **intendierten politischen Governance** benötigen (s. auch WBGU 2011: Kap. 5). Diese setzt die Rahmenbedingungen, um den gesamtgesellschaftlichen Transformationsprozess anzuregen, eine Richtung zu geben und ihn auf Kurs zu halten.

Vor diesem Hintergrund wird vorgeschlagen, die politischen Interventionsoptionen zur Förderung der Green Economy-Transformation in **sechs Handlungsfelder** zu strukturieren:

- | | |
|---|--|
| 1. Forschungsförderung | 4. Exitförderung |
| 2. Gründungs- und Clusterförderung | 5. Werte- und Verhaltenswandel im Konsum |
| 3. Förderung von Markteinführung und -entwicklung | 6. Transformations-Governance |

Die hier präsentierte Analyse von Stärken und Schwächen der Rahmenbedingungen in Deutschland erfolgt entlang dieser sechs Handlungsfelder. Während die ersten drei Handlungsfelder die Entwicklung und Diffusion von nachhaltigen Innovationen unterstützen, setzen die weiteren beim breiteren Kontext an, nämlich beim parallelen Ausstieg aus nicht-nachhaltigen Technologien und Praktiken (Handlungsfeld vier), der Förderung des nachhaltigen Konsums als Treiber der Transformation (Handlungsfeld fünf) und der politischen Steuerung des Wandelprozesses (Handlungsfeld sechs). Damit setzen sie an allen Ebenen des Mehrebenenmodells der Transformation an (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Abbildung 25: Handlungsfelder für die Politik zur Transformationsförderung, eingebettet in das Mehrebenenmodell der Transformation



Quelle: adelphi, basierend auf Geels 2002; WBGU 2011: 100

Zusätzlich wird ein übergreifendes *Handlungsprinzip* (s. u.) in einem eigenen Kapitel (3.2.9) betrachtet: das Prinzip der **Partizipation**. Dieses kann entscheidend dazu beitragen, die Effektivität und Legitimität politischer Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse zu erhöhen. In der Stärken-Schwächen-Analyse hat sich Partizipation über die sechs Handlungsfelder hinweg als wichtige Problemstelle bei den politischen Rahmenbedingungen in Deutschland erwiesen und wird deshalb zusammenfassend behandelt.

Instrumente und Qualitätskriterien der Transformation

Um sozio-technische Veränderungsprozesse in Richtung Nachhaltigkeit zu fördern, hat sich die Nutzung eines komplexen Mixes an politischen Steuerungsinstrumenten als besonders effektiv erwiesen, also einer Kombination *ordnungsrechtlicher*, *marktbasierter* und *informati-oneller* Instrumente sowie gezielter *Förderprogramme* auf Basis längerfristiger *Strategien* (z. B. Jacob, Knopf und Kahlenborn 2010; WBGU 2011: Kap. 5; Mayer und Velten 2010; Rennings, Rammer und Obernhofer et al. 2008; de Serres, Murtin und Nicoletti 2010).

Die politischen Rahmenbedingungen für die Transformation hin zur Green Economy müssen, aufbauend auf den allgemeinen Kriterien „guter“ politischer Steuerung (Effektivität, Effizienz und Legitimität), spezifischen Anforderungen genügen; diese leiten sich aus dem systemischen, komplexen und langfristigen Charakter der Transformation ab (z. B. Steuerer 2010a; Jacob, Knopf und Kahlenborn 2010: 5ff.; Foxon und Pearson 2007: 1541ff.; Rotmans und Loorbach 2011: 140ff.; Johnstone, Haščić und Kalamova 2010: 6). Als umfassendes Set an Bewertungskriterien und entsprechenden Leitfragen an Transformationspolitiken lassen sich demnach definieren:

- **Zielgenauigkeit für die Transformation:** Werden ein aus der Green Economy Perspektive zentrales *Thema*, eine wichtige *Innovation* bzw. wichtige *Märkte* gefördert? Sind alle wichtigen *Akteure* angesprochen, die zur Transformation beitragen können, sollten bzw. müssen?
- **Wirkungskräftiges Design:** Ist das Instrument stimmig konzipiert? Sind die institutionellen Bedingungen für eine effektive Umsetzung erfüllt?
- **Kosteneffizienz:** Sichert das Instrument eine kosteneffiziente Zielerreichung?
- **Bandbreite des Policy Mix:** Aktiviert das Gesamtset an eingesetzten Instrumenten angemessen die nötigen Push- UND Pull-Faktoren für die Transformation?
- **Insgesamt hohes Ambitionsniveau:** Ist das Gesamtziel der eingesetzten Instrumente ausreichend ambitioniert, um drohende ökologische Krisen abzuwenden bzw. zu bewältigen und den Übergang in eine tatsächlich nachhaltige Wirtschaftsordnung zu schaffen?
- **Erwartungssicherheit:** Ist für alle relevanten Akteure Erwartungssicherheit geschaffen bezüglich der Ziele und Schritte der Transformation – in Teilbereichen wie bei der Transformationsagenda insgesamt?
- **Langfristorientierung:** Spiegeln die politischen Rahmenbedingungen langfristige Zielsetzungen für die Umsteuerung in Richtung Nachhaltigkeit wider?
- **Kohärenz / Abstimmung:** Sind Maßnahmen *innerhalb eines Politikfeldes* auf der gleichen Handlungsebene (z. B. national) so abgestimmt, dass sie kohärent für das Ziel der Green Economy-Transformation sind? Wie kohärent sind Maßnahmen *zwischen verschiedenen Politikfeldern bzw. Ministerien* auf einer Handlungsebene („horizontal integration“ – Steurer 2010a: 37ff)? Wie sieht es bei der Kohärenz der Maßnahmen zwischen verschiedenen Handlungsebenen – Kommunen, Bundesländer, Bund, EU, global – aus („vertical integration“ – Steurer 2010a)?
- **Reflexivität:** Sind Mechanismen installiert, um Politiken regelmäßig im Lichte der Erfahrungen und neuen Wissens zu überprüfen?
- **Offenheit und Flexibilität in Hinblick auf Lösungen:** Sind die Politiken so gestaltet, dass übergeordnete Ziele zwar festgelegt sind, Offenheit aber besteht beim Weg zum Ziel, also den passenden technischen, institutionellen, steuerungs- oder verhaltensbezogenen Lösungen? Werden Experimente gefördert, um Lösungsideen zu testen? Sind Bedingungen geschaffen und Mechanismen vorhanden, um Politiken im Lichte neuer Erkenntnisse anzupassen?
- **Partizipation:** Werden alle Akteure involviert, die von Entscheidungen betroffen sind und / oder relevantes Wissen und Ressourcen beisteuern können? Inwieweit gilt dies für die *Entwicklung* von Politiken? Inwieweit für deren *Umsetzung, Überprüfung, Verbesserung*?

3.2.2 Vorgehensweise bei der Untersuchung

Für die Identifikation und Bewertung der Stärken und Verbesserungsbedarfe bei den politischen Rahmenbedingungen in Deutschland zur Förderung der Transformation wurde auf drei Typen von Quellen zurückgegriffen:

- bestehende Studien zum Thema
- Informationsmedien einschlägiger staatlicher oder staatlich geförderter Initiativen und Programme

- Experteninterviews

Die im Zeitraum vom 23.11. bis 14.12.2012 mit 14 Experten geführten Interviews dienten dazu, die auf Basis bestehender Studien und weiterführender Recherchen getroffenen Einschätzungen zu den Stärken und Schwächen zu verifizieren und zu gewichten sowie weitere aktuelle Hinweise auf Stärken und Schwächen zu gewinnen. Jedes Interview ist in einem Interviewprotokoll dokumentiert; eine Zusammenfassung der Ergebnisse befindet sich in Anhang V.

Aufgrund des systemischen Fokus der Green Economy als komplexem Wirtschafts- und Gesellschaftssystem betreffen die Rahmenbedingungen für die Transformation alle Politikfelder; und sie erstrecken sich über alle politischen Handlungsebenen, von der lokalen bis zur globalen. Im Rahmen dieser Studie ist es daher nicht möglich, die Stärken und Verbesserungsbedarfe der Rahmenbedingungen in Deutschland umfassend darzustellen. Auch konnte die internationale Dimension der politischen Rahmenbedingungen für die Transformation nur ansatzweise einbezogen werden. Ausgewählt wurden deshalb *Stärken und Schwachstellen der politischen Rahmenbedingungen in Deutschland*, die aus der oben erläuterten Perspektive von besonderer Bedeutung für die Transformation hin zur Green Economy sind. Der in 3.2.1 beschriebene Analyse- und Bewertungsrahmen aus Handlungsfeldern, Instrumententypen und Bewertungskriterien der politischen Rahmenbedingungen dient dabei als Suchmatrix nach besonders wichtigen Aspekten; eine umfassende Analyse entlang der Instrumente und Bewertungskriterien war im Rahmen dieser Studie nicht möglich.

Des Weiteren wurden bildungspolitische Themen weitestgehend ausgeklammert. Bildung für Nachhaltigkeit ist zwar ein wesentlicher Bestandteil für die Förderung der Transformation hin zur Green Economy: Hier werden die Grundsteine gelegt für nachhaltige Werte- und Verhaltensmuster im Konsum wie auch für das Herausbilden von Innovationspionieren. Eine angemessene Betrachtung bildungspolitischer Ansätze und Rahmenbedingungen ist im Kontext dieser Studie allerdings nicht möglich. Aufgrund des starken Fokus auf die Innovation und Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen wurde entschieden, den Schwerpunkt auf die Innovationspolitik im engeren Sinne zu legen.

3.2.3 Forschungsförderung

Forschung und Innovation sind zentrale Bausteine der Transformation zur Green Economy. Hier müssen sowohl die Risiken, wie der Klimawandel oder die Bodendegradation, analysiert als auch technische und soziale Lösungsansätze erarbeitet werden. Technologische Innovationen sind notwendig, um ressourcenschonende Produkte und Produktionsprozesse zu entwickeln. Aber auch soziale Innovationen sind unabdingbar, da sie den Diffusionsprozess nachhaltiger Technologien unterstützen und neue Nutzungs- und Konsummodelle hervorbringen (WBGU 2011: 341).

Besondere Stärken für das Ziel der Transformation

In international vergleichenden Rankings belegt Deutschland bei der Innovationsfähigkeit regelmäßig vordere Plätze (EC 2011a: 29, Fraunhofer ISI 2012, World Economic Forum 2012: 2). Ein Grund hierfür ist die **Technologieförderung**, eine der expliziten Stärken des deutschen Forschungs- und Innovationssystems. So wird in zahlreichen Programmen wie der High-Tech-Strategie, der nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie, dem Pakt für Forschung und Innovation oder Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft (WING) an Technologien geforscht, die zu den Leitmärkten der Green Economy gehören. Nichtsdestotrotz wäre zu untersuchen, ob eine noch explizitere Ausrichtung auch der technologischen Forschung auf die Ziele der Green Economy Transformation möglich ist. So könnte beispielsweise die Energieforschungsförderung noch stärker auf Erneuerbare Energien und

Energieeffizienz ausgerichtet werden (WBGU 2011: 365). Weiterhin ist die **Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft** als äußerst positiv zu bewerten (Frank, Meyer-Guckel und Schneider 2007). Dies ist nicht zuletzt deshalb von Bedeutung, weil Umweltinnovationen sehr viel häufiger als sonstige Innovationen aus der Wirtschaft in Kooperation mit anderen Einrichtungen entstehen (Rave 2009: 18).

Besonderer Verbesserungsbedarf für das Ziel der Transformation

Während die Forschungsförderung allgemein durchaus zu den Stärken Deutschlands gehört, ist deren **finanzielle Ausstattung** für die Herausforderung der Green Economy-Transformation nicht ausreichend. So liegen die staatlichen Ausgaben für F&E insgesamt im Durchschnitt der EU-15; eine Reihe von Ländern investiert einen sehr viel größeren Teil ihrer FuE-Förderung in die Umweltforschung (Schasse, Gehrke und Ostertag 2011: 73). Unter Bezugnahme auf die Notwendigkeiten der Transformation sieht das Gutachten des WBGU (2011: 2011: 381) die Forschung deutlich unterfinanziert. In einigen Bereichen wie z. B. der Raumordnung, dem Städtebau und der Bautechnik sind die Defizite besonders hoch.

Ähnlich besteht für die Transformation zur Green Economy Nachbesserungsbedarf in Umfang und thematischer Ausrichtung der **Forschungsförderung für KMU**. Sie ist nicht zuletzt deshalb ein wichtiger Hebel zur Förderung der Transformation, weil überdurchschnittlich viele Umweltinnovationen aus mittelständischen Unternehmen kommen (Rave 2009: 18). Die zentralen Programme des Bundes zur Forschungsförderung im Mittelstand, „KMU Innovativ“ und ZIM (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand), sind bislang nicht explizit auf Green Economy-Themen ausgerichtet. Der geplante Einbezug von KMU Innovativ in FONA (BMBF 2009: 57) ist ein Schritt in die richtige Richtung. Eine Ausweitung der an KMU angepassten Förderkriterien auf die anderen Green Economy relevanten Forschungsprogramme ist aber noch nicht erfolgt. Darüber hinaus fehlt es an Verbundprojekten, die in einem noch höheren Maß auch KMU integrieren.

Während die Technologieförderung zu den Stärken der deutschen Forschungs- und Innovationsförderung für eine Green Economy zählt, bestehen weiterhin **Mängel bei der Integration sozial- und geisteswissenschaftlicher Perspektiven** (Jahn, Schneidewind, Griebhammer et al. 2012; BMBF und BMU 2012b). Das FONA und insbesondere die Sozial-ökologische Forschung (SÖF) liefern bereits wichtige Ansätze und Beispiele, wie eine solche Integration aussehen kann. Bei einem Großteil der auf Technologieförderung fokussierten Programme fehlt diese Integration aber noch. Hier besteht also auf verschiedenen Ebenen Handlungsbedarf.

Erstens entspricht die **institutionelle Ausrichtung** der deutschen Forschungslandschaft noch nicht ausreichend den Anforderungen inter- und transdisziplinärer Forschung (für näheres zu den strukturellen Hemmnissen siehe u.a. Schneidewind und Augenstein, 2012: 21, Jahn, Schneidewind, Griebhammer et al. 2012: 6, WBGU 2011: 372ff). Diese ist für die Transformation zur Green Economy notwendig, da sich sowohl die Problemstellungen als auch die Lösungsmöglichkeiten nicht auf der Grundlage voneinander getrennter Disziplinen bearbeiten lassen (WBGU 2012a: 2). In den Experteninterviews deutete sich an, dass die aktuelle Aufgabenverteilung innerhalb des BMBF nicht optimal auf die Anforderungen inter- und transdisziplinärer Forschung abgestimmt ist. Die Koordination und Zusammenarbeit zwischen den vorrangig zu technischen Fragestellungen arbeitenden Abteilungen mit jenen, die stärker zu sozialwissenschaftlichen Fragestellungen arbeiten, könne noch weiter verbessert werden.

Zweitens ist eine verstärkte **Erforschung von nicht-technischen Fragestellungen** notwendig, da die Transformation zur Green Economy nicht nur einen technischen, sondern auch einen gesellschaftlichen Prozess impliziert. Um diesen Prozess steuern und planen zu können, fehlt es derzeit u.a. noch an Wissen zu Determinanten erfolgreicher Transformati-

onsprozesse, zu den Möglichkeiten globaler Kooperation für die Green Economy, zu sozialen Innovationen, zur Rolle unterschiedlicher Akteure als Förderer oder Verhinderer, zu neuen Wohlstandskonzepten oder zu Fragen von Solidarität und Gerechtigkeit im Transformationsprozess (WBGU 2011: 341ff; BMBF und BMU 2012c).

Drittens ist die **Verknüpfung von technischen und sozialen Fragestellungen** noch nicht ausreichend, die SÖF ist als integraler Bestandteil technischer Forschung noch nicht etabliert. Dazu gehört zum einen die *Evaluations- und Begleitforschung*, die bisher nur vereinzelt Teil von Forschungsprogrammen ist. Ein positives Beispiel ist hier die Begleitforschung zu den Verbundprojekten zum nachhaltigen Konsum (Defila, Di Giulio und Kaufmann-Hayoz 2011). Sie hatte zum Ziel, eine Synthese der Einzelergebnisse zu erarbeiten, eine Vernetzung zwischen den Verbänden herzustellen und diese beim internen Management zu unterstützen, Kriterien für Qualitätsstandards zu erarbeiten, Maßnahmen für die Diffusion der Forschungsergebnisse zu erarbeiten und durchzuführen sowie den Einfluss der Forschungsergebnisse in relevanten Handlungsfeldern und Politikbereichen zu beobachten. Zum anderen gehört hierzu der Bereich der *Anwendungsforschung*, die technologische Entwicklungen in ihrem gesellschaftlichen und ökologischen Kontext betrachtet. Dies betrifft etwa Technikfolgeabschätzungen inkl. Szenarioentwicklung sowie die Entwicklung und Erforschung von Nutzungssystemen. Auch die Anwendungsforschung wird bisher nur in ausgewählten Programmen forciert.

Best Practice in der Anwendungsforschung – Living Lab

Der Living Lab-Ansatz erforscht die Interaktion zwischen Mensch und Technik in der realen Umgebung von Wohnen, Arbeiten und Stadtumfeld. Ziel ist es, tatsächliches Nutzerverhalten zu untersuchen, z. B. das Heizverhalten, und die das Verhalten beeinflussenden Determinanten zu identifizieren (siehe u.a. Liedtke, Welfens, Rohn et al. 2012).

3.2.4 Gründungs- und Clusterförderung

Für die Diffusion von Green Economy-Innovationen kommt Unternehmensgründungen und Unternehmensnetzwerken in Form von Clustern eine zentrale Bedeutung zu. „Grüne“ Gründungen sind für die Green Economy vor allen Dingen deshalb entscheidend, weil von neuen Unternehmen eher als von etablierten Anbietern radikale Innovationen zu erwarten sind (Fichter und Weiß 2012). Trotz vieler Gemeinsamkeiten zwischen „grünen“ und anderen Gründungen weisen bisherige konzeptionelle Forschungsarbeiten darauf hin, dass Unternehmensgründungen, die auf Umwelt- und Nachhaltigkeitsinnovationen abzielen, eine Reihe von Besonderheiten aufweisen: Zum einen sind viele „grüne“ Innovationen auf die Internalisierung externer Umwelteffekte, d.h. auf Ordnungsrecht und staatliche Regulierungen angewiesen, so dass Unternehmensgründungen in diesen Bereichen tendenziell stärker von verlässlichen politischen Rahmenbedingungen abhängen als der Durchschnitt der sonstigen Gründungen. Zum anderen kann davon ausgegangen werden, dass ein beträchtlicher Teil der Gründerinnen und Gründer für „grüne“ Produkte und Dienstleistungen nachhaltigkeitsgetrieben ist, woraus sich ein potentieller kultureller „Mismatch“ mit z. B. „klassischen“ Risikokapitalgebern ergeben kann, für die Gewinnorientierung im Mittelpunkt steht.

Die Hebelwirkung von Clustern für die Green Economy-Transformation liegt in ihrem hohen Innovationspotential, das u.a. durch Synergien, positive Externalitäten, eine verbesserte Arbeitsteilung sowie die Bündelung und den Austausch impliziten und expliziten Wissens der beteiligten Akteure entsteht. Des Weiteren können auf Green Economy-Innovationen fokussierte Cluster als regionale Wirtschaftsmotoren das Potential für „Win-Win-Win“-Situationen in der Transformation zeigen, wenn hier wirtschaftliches Wachstum mit Beschäftigungswachsen und Beiträgen zur Umweltentlastung zusammengehen.

Besondere Stärken für das Ziel der Transformation

Die **Gründungsförderung allgemein** ist als besondere Stärke bei den deutschen Rahmenbedingungen einzuschätzen. Im internationalen Vergleich sticht Deutschland durch seine physische Infrastruktur für Gründungen, die Verfügbarkeit und Qualität von Beratern und die Breite der öffentlichen Förderprogramme hervor (Brixy, Sternberg und Vorderwühlbecke 2012: 5). Die öffentliche Förderung und die Kreditvergabe durch Banken wird positiv bewertet (ibid. 25), während Finanzierungsprobleme erst beim Zugang zu Risikokapital in der Phase der Markteinführung entstehen (s. Kap 3.2.5).

Hinsichtlich der **thematischen Ausrichtung der Clusterförderung** ist festzustellen, dass fast alle der in Kapitel 2 untersuchten **Submärkte** der Green Economy in den bestehenden Clustern vertreten sind.⁸³ So werden erneuerbare Energien breit im Rahmen der Clusterpolitik gefördert und Speichertechnologien bilden in diesem Rahmen häufig eines der Schwerpunktthemen. Energieeffizienz wird in Clustern für Energietechnik, Mikro- und Nanotechnologie oder Umwelttechnologien als Teilaspekt gefördert. Auch klassische Umweltbereiche wie Abwasserentsorgung und Abfallverwertung erhalten Unterstützung in Umwelt- und Umwelttechnologieclustern. Die Submärkte alternative Antriebstechnologien und umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme sind in den vielen verschiedenen Automotive-, Mobilitäts-, Verkehrs- und Logistikclustern inbegriffen. Noch nicht vertreten sind die Submärkte DZW, Ökolandbau sowie Sustainable Finance.

Ebenso zählt das Ausmaß der **Finanzierung des Clustermanagements** zu einer besonderen Stärke, die auch für die Transformation hin zur Green Economy entscheidend ist. So gaben in einer Befragung drei Viertel der Clustermanager an, dass die Finanzierung mindestens für die nächsten zwei Jahre oder länger gesichert ist (BMW 2012a: 5). Auch hier wurde von einem Experten eher ein Zuviel angemahnt. Der nächste Schritt müsse eine Professionalisierung und die Konzentration auf die besonders erfolgreichen Cluster sein. Schließlich liegt eine besondere Stärke in der weitestgehend **dezentralen Ausgestaltung durch die Bundesländer**, da hierdurch eine größere Nähe zu den Standorten gewährleistet und Experimentierräume zum Ausprobieren unterschiedlicher Strategien und Modelle eröffnet werden. Auf diese Stärke – aber auch einen damit zusammenhängenden Schwachpunkt, nämlich die Zusammenführung und Unterstützung der Ländererfahrungen durch die Bundesebene – wird im Kapitel 3.2.8 zur Transformations-Governance näher eingegangen.

Besonderer Verbesserungsbedarf für das Ziel der Transformation

Grundsätzlich fehlt es in Deutschland an **Forschung zu „grünen“ Gründungen**. Dies bezieht sich sowohl auf statistische Daten, wie den Anteil grüner Gründungen an der Gesamtheit aller Gründungen, als auch auf die spezifischen Merkmale dieser Gründungen (s.o.). Erst wenn diese Informationen vorliegen, ist es auch möglich, die wichtigsten Einflussfaktoren zu identifizieren und ein passgenaues Instrumentarium zur Förderung von grünen Gründungen zu entwickeln. Erste Schritte in Richtung einer Datenbasis zu „grünen“ Gründungen sollen mit dem „Green Economy Gründungsmonitor“ unternommen werden, der derzeit im Auftrag des BMU entwickelt wird.

Zum jetzigen Zeitpunkt existiert noch keine **spezialisierte Förderung für grüne Gründungen** in Deutschland. Ein Bedarf an spezialisierter Beratung und Unterstützung besteht sowohl in Bezug auf technische Fragen als auch für die Entwicklung passender Geschäftsmodelle (vgl. hier auch Büchele, Kahlenborn, Semmling et al. 2012). Hier fehlen in Deutschland

⁸³ Eine umfassende Übersicht über die bestehenden Cluster in Deutschland findet sich auf der Webseite der Clusterplattform Deutschland, <http://www.clusterplattform.de> (zuletzt eingesehen am 7.1.2013).

noch grüne Gründerzentren als Anlaufstellen für Gründer, die sowohl das notwendige Know-how bereitstellen als auch Möglichkeiten des Austausches und der Vernetzung mit anderen grünen Gründern bieten. Ebenso mangelt es an Plattformen, z. B. im Internet, die eine Möglichkeit zur bundesweiten Vernetzung grüner Gründer bieten. Insgesamt ist es notwendig, die Gründungsförderung stärker auf die Leitmärkte der Green Economy auszurichten (siehe 2.1). Hierbei sollte ein Schwerpunkt auf Gründungen liegen, denen soziale Innovationen zugrunde liegen. Auch spezielle Förderprogramme, die auf grüne Gründer zugeschnitten sind, bestehen noch nicht.

Best Practice bei der Förderung grüner Gründungen – LACLEANTECHINCUBATOR

Der LACLEANTECHINCUBATOR in Los Angeles ist eine gemeinsame Initiative von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Das Gründungszentrum ist Teil einer umfassenden Nachhaltigkeitsstrategie der Stadt und bietet den Gründern Arbeitsplätze, Beratung und Vernetzungsmöglichkeiten.

Ein weiterer Hebel, um grüne Gründungen zu fördern, wird in Deutschland noch wenig genutzt: das „**Sichtbarmachen**“ der **Potentiale grüner Gründungen**. Ziel muss es sein, eine breitere Unterstützung in Politik und Öffentlichkeit für grüne Gründungen zu etablieren bis hin zu einer „grünen Gründungskultur“. Eine deutlichere Sichtbarmachung der Potentiale und Erfolge von grünen Unternehmen kann zudem einen positiven Einfluss auf die Kreditvergabe an grüne Start-ups haben. Ein möglicher praktischer Ansatz, die öffentlichkeitswirksame Auslobung von grünen Gründerpreisen (Fichter und Weiß 2012), wird von staatlicher Seite bislang kaum genutzt. Einzelne private Wettbewerbe für grüne Gründungen gibt es zwar,⁸⁴ es fehlt ihnen allerdings noch an Wirkungskraft und Reichweite.

Neben der besonderen Förderung explizit grüner Gründungen besteht ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt für die Transformation in der **Verankerung von Nachhaltigkeitskriterien in der allgemeinen Gründungsförderung**. Diese steckt in Deutschland allerdings noch in den Kinderschuhen. In bestehenden Förderprogrammen wie EXIST oder VIP sind Nachhaltigkeitskriterien nur unzureichend integriert. Dies gilt ebenso für die Gründerwettbewerbe. Ein konsequentes Mitdenken von Nachhaltigkeit gleich bei der Gründung neuer Unternehmen fordert sowohl von den Gründungsberatern als auch von den Gründern besondere Anstrengungen. Hier wären also für beide, Berater und Gründer, besondere Aus- und Weiterbildungsangebote notwendig.

Bei der grundsätzlich für die Green Economy-Transformation sehr gut aufgestellten Clusterpolitik besteht Verbesserungsbedarf vor allem bei der **Verwirklichung eines systemischen Ansatzes bei Innovationsprozessen, der Einbeziehung sozialer Innovationen und, damit verbunden, der Integration von Stakeholdern außerhalb von Wirtschaft und Wissenschaft** (siehe auch Kap. 3.2.9). Bestehende Cluster, wenn auch insgesamt gut auf die Leitmärkte der Green Economy ausgerichtet (s.o.), fokussieren weiterhin sehr stark auf die Produktseite, weniger auf die Nutzerseite. Auch soziale Innovationen werden bislang kaum einbezogen. Es gibt kaum Beispiele von Clustern, die neben Industrie und Wissenschaft gezielt auch mit anderen gesellschaftlichen Akteuren wie Umweltverbänden, Gewerkschaften und Bürgerverbänden zusammenarbeiten. Ein internationales Good Practice-Beispiel für einen breiteren Stakeholder-Ansatz ist der Energy Efficiency Hub in Philadelphia. Für das Ziel, die Energie- und Ressourceneffizienz von Gebäuden zu erhöhen, wirken hier neben Unternehmen, Wissenschaftsinstitutionen und kommunalen Vertretern z. B. auch Immobili-

⁸⁴ Beispiele: <http://www.karmakonsum.de/konferenz/award/>; http://startup-stuttgart.de/code_n-13-wettbewerb-bewerbungsfrist-endet-am-30-11-12/ (eingesehen am 08.01.13) <http://www.green-companies.de/>

enbesitzer am Innovationsprozess mit. Auch die Schulung von Handwerkern ist Teil des Programms. Zu diesem umfassenden Ansatz gehört ab 2013 ebenso die gesetzliche Verpflichtung für alle Gewerbeimmobilien einer gewissen Größe den Energie- und Wasserverbrauch online zu veröffentlichen, um so ein Benchmarking zu ermöglichen.⁸⁵

3.2.5 Förderung von Markteinführung und –entwicklung

Der Markterfolg von Umwelttechnologien und umweltrelevanten Dienstleistungen ist in einem hohen Maß abhängig von politischen Rahmenbedingungen, da sie teilweise hohen Markteintrittsbarrieren gegenüberstehen. In dieser Situation können Markteinführungs- und Marktanzreizprogramme helfen. Dazu gehören informative Instrumente, die z. B. einen Vergleich der kurz- mit den langfristigen Kosten ermöglichen, Subventionen oder der Aufbau der notwendigen Infrastruktur. Am wirksamsten sind aber nach Einschätzung von Experten regulative Instrumente, die z. B. wie beim Top-runner Ansatz die verbindlichen Energieeffizienzstandards kontinuierlich erhöhen (Knopf, Kahlenborn, Weiss et al. 2011). Dabei muss für jedes Produkt bzw. für jeden Prozess der geeignete Instrumentenmix gefunden werden. So lassen sich die Emissionsgrenzwerte für Autos relativ leicht über regulative Instrumente verringern, bei der Energieeffizienz von Gebäuden stößt ein solcher Ansatz aber an seine Grenzen. Deshalb lassen sich im Rahmen dieser Studie kaum allgemeingültige Aussagen zu den Stärken und Schwächen der Rahmenbedingungen in Deutschland machen, da hierfür jeder Markt gesondert betrachtet werden müsste. Dennoch gibt es einige Rahmenbedingungen, die branchenübergreifend wirksam sind.

Besondere Stärken für das Ziel der Transformation

Die **Umweltpolitik** ist eines der bedeutendsten Instrumente zur Schaffung und Erweiterung von Märkten für Umwelttechnologie und –dienstleistungen. Hier hat Deutschland in einigen Feldern eine Vorreiterrolle inne, so unter anderem in der Klimapolitik, der Förderung erneuerbarer Energien – auf dem EEG basierende Modelle wurden inzwischen in über 60 weiteren Ländern umgesetzt (Weber und Hey 2012: 49f; Sawin 2012: 70ff) – oder der Abfallpolitik. Auch europäische Standards wie die Vorgaben der Ökodesign-Richtlinie oder die CO₂-Grenzwerte für Autos stellen positive Beispiele dar (Jacob und Bär 2010). Allerdings gibt es weiteres Verbesserungspotential, um die Märkte der Green Economy effektiv zu fördern, nicht zuletzt aufgrund ihres dynamischen Charakters. Eine detailliertere Analyse der einzelnen Märkte, auch im internationalen Vergleich, kann an dieser Stelle zwar nicht erfolgen; erste Hinweise liefern aber die vorangegangenen Kapitel. Weiterhin ist die **Exportförderung** in weiten Teilen als eine Stärke zu betrachten. Exportförderung ist, neben dem allgemeingültigen Argument der Wirtschaftsförderung, auch zur Entwicklung und Sicherung neuer Märkte und im Licht globaler Umweltpolitik sinnvoll (Kahlenborn, Agster, Wörlen et al. 2010: 46-48). In der deutschen Exportförderung gibt es neben dem ohnehin stark ausgebauten Instrumentarium der allgemeinen Exportförderung noch diverse Initiativen, die speziell auf Umwelt- und Effizienztechnologien ausgerichtet sind (Kahlenborn, Agster, Wörlen et al. 2010).

Besonderer Verbesserungsbedarf für das Ziel der Transformation

Bei der Gründungsfinanzierung ist die Finanzierung in der ersten Gründungsphase zwar relativ gesichert; das sog. **“Valley of Death”** – ein Defizit an Finanzierungsmöglichkeiten für die Entwicklung marktfähiger Modelle und deren Markteinführung – besteht aber in den Augen der meisten hierzu befragten Experten weiterhin (siehe hierzu auch BMBF und BMU

⁸⁵ Für weitere Informationen siehe: <http://www.eehub.co.uk/> (zuletzt eingesehen am 06.02.2013).

2012b). Laut Global Entrepreneurship Monitor existiert ein Defizit v.a. bei der Verfügbarkeit von Risikokapital, wohingegen die öffentliche Förderung und die Kreditvergabe durch Banken eher positiv bewertet werden (Brixy, Sternberg und Vorderwühlbecke 2012: 25). Gemäß einer Studie von 2008 trifft der Mangel an privatem Investitionskapital grüne Gründungen aller Wahrscheinlichkeit nach besonders, da hier häufig hohe Investitionsvolumen notwendig sind, die Investitionen länger gehalten werden müssen, um Erträge zu erzielen, und zudem eine relativ hohe Abhängigkeit von politischen Rahmenbedingungen besteht, welche als zusätzliches Risiko wahrgenommen werden kann. Welches darüber hinaus die genauen Hemmnisse sind, ist noch nicht ausreichend erforscht. Ein Grund könnte in der steuerlichen Regulierung liegen, die kaum spezielle Anreize für die Investition in Start-up-Unternehmen bietet. Aber auch mangelnde Kenntnisse der Investoren über die Potentiale grüner Produkte und Geschäftsmodelle dürften ein Hinderungsgrund sein (Kahlenborn und Pechan 2008). Ein weiteres Problem ist, wie oben bereits erwähnt, ein potentiell kulturelles und zielbezogenes „Mismatch“ zwischen grünen Gründern, für die nachhaltigkeitsbezogene Werte von besonderer Bedeutung sind, und Risikokapitalgebern, bei denen die Rendite im Vordergrund steht. Hier fehlen in Deutschland noch die entsprechenden Seed- und Startup-Fonds.

Das Valley of Death beschreibt auch eine Lücke in der **Förderkette** von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung bis hin zur Umsetzung und Auswertung von Pilot- und Demonstrationsprojekten. Bislang existieren noch keine systematischen Aufstellungen für die einzelnen Technologien der grünen Leitmärkte, um überhaupt feststellen zu können, wo sich hier weitere Förderdefizite befinden. Die Orientierung von Gründern und Unternehmen wird unter anderem durch die Zersplitterung der Förderlandschaft erschwert, die von verschiedenen Ressorts und Gebietskörperschaften gestaltet wird – EU, Bund, Länder und Kommunen.

Best Practice für Pilotprojekte und Demonstrationsvorhaben – Förderinitiative Energiespeicher

Durch diese gemeinsam von drei Ministerien – BMWi, BMBF und BMU – ins Leben gerufene Initiative werden Vorhaben im Bereich der Speichertechnologien von der Forschung bis zu Demonstrationsvorhaben unterstützt. Speichertechnologien sind einerseits zentral für das Gelingen der Energiewende, andererseits sind sie aber technisch noch nicht so ausgereift, dass eine Markteinführung ohne entsprechende Unterstützung möglich ist.

Neben den schon oben erwähnten Stärken gibt es auch bei der **Exportförderung** noch Optimierungsmöglichkeiten. Die Netzwerkstruktur der deutschen Exportförderungslandschaft birgt zwar einige Vorteile, sie führt aber gleichzeitig zu einem Mangel an Übersichtlichkeit und Koordination zwischen den diversen Akteuren und Programmen. Dies verringert auch die Sichtbarkeit in den Zielländern, da ein gemeinsames Marketing nur schwer umzusetzen ist. Zudem besitzen Ansprechpartner in den AHKs zwar Expertise zu Green Economy-Märkten im jeweiligen Land, eine Beratung zur für Unternehmen vorgelagerten Frage, welche Länder für ihre grünen Produkte besonders interessant sind, können sie bislang nicht anbieten. Desweiteren scheitern exportierende Unternehmen in grünen Branchen häufig in der oft mehrjährigen Phase der Markterschließung im Land, für die keine anhaltende Betreuung bereitgestellt wird. Auch wird die Erschließung von Green Economy-Exportmärkten bislang zu wenig strategisch verfolgt: Ein längerfristig geplantes Vorgehen für einzelne Länder, das auch die diplomatischen Beziehungen und Maßnahmen der internationalen Zusammenarbeit gezielt nutzt, fehlt weitgehend. Die Unterstützung von KMU, die im Bereich der Green Economy-Innovationen von besonderer Bedeutung sind, ist ebenfalls noch ausbaufähig (für eine ausführlichere Defizitanalyse der deutschen Exportförderung siehe Kahlenborn, Agster, Wörlen et al. 2010).

3.2.6 Exitförderung

Der Anspruch eine Green Economy zu etablieren, fordert einen Transformationsprozess in allen Bereichen des Wirtschaftens. Dazu gehört auch, manche Produktions- und Arbeitsweisen grundlegend zu ändern oder gänzlich aufzugeben. Dieser Wandel kann auf kleiner Ebene stattfinden, wie etwa durch das Ende der klassischen Glühbirnen, oder er kann einen tiefgreifenden Strukturwandel bedeuten, wie z. B. der Ausstieg aus der Atomenergie. Generell gilt für die Exitförderung, dass von staatlicher Seite die Aufgabe umwelt- oder sozialunverträglichen Handelns gefördert wird. Von allen Handlungsfeldern birgt die Exitförderung am meisten Konfliktpotential, da den Beteiligten eine Änderung ihres bisherigen Verhaltens abverlangt wird und negative soziale Folgen, beispielsweise der Verlust von Arbeitsplätzen, nicht gänzlich vermieden werden kann. Umso wichtiger ist eine kluge Kombination verschiedener Maßnahmen, die den Exit einerseits durch Verschlechterung der Rahmenbedingungen für nicht-nachhaltige Wirtschaftsweisen forciert, andererseits die Fähigkeiten der wirtschaftlichen Akteure zum Umbau stärkt und gemeinsame Lösungen unterstützt, um negative soziale Effekte abzufedern.

Besondere Stärken für das Ziel der Transformation

Bei der Exitförderung kann Deutschland auf umfassende **Erfahrungen zur Begleitung und Gestaltung von Strukturwandelprozessen** zurückgreifen. Hierzu gehört der Ausstieg aus der Kohleindustrie. Der Ausstiegsprozess weist Positivbeispiele auf wie etwa den erfolgreichen Umbau der Ruhrkohle AG zum Chemiekonzern Evonik und die Etablierung des Ruhrgebiets als europäische Metropole für Kultur und Innovation, auch im Bereich Nachhaltigkeit. Erkenntnisse zu Prozessgestaltung, Fallstricken und Erfolgsfaktoren von Transformationsprozessen hat auch die Anpassung des Wirtschaftssystems der ehemaligen DDR an westdeutsche Verhältnisse ermöglicht, insbesondere der weitgehende Ausstieg aus der Schwerindustrie und die mancherorts sehr erfolgreiche Ansiedlung moderner Produktionsstätten (Bsp. der Jenoptik AG). Auch die Energiewende, wenngleich sie sich noch in einer frühen Phase befindet, liefert erste wichtige Erfahrungen für Exitprozesse im Rahmen der Transformation zu einer Green Economy.

Eine weitere Stärke, auf die die Transformation in Deutschland aufbauen kann, ist die **Verhandlungs- und Mitbestimmungskultur in Deutschland**. Die Bewältigung der konjunkturellen Schwächen im Zuge der Finanzkrise hat einmal mehr bewiesen, dass neben staatlichen Maßnahmen die eingeübten Kommunikations- und Verhandlungsprozesse der beiden Tarifpartner maßgeblich dazu beitragen können, Umbruchsituationen zu gestalten und negative soziale Effekte abzufedern. Auf diese Kultur kann zurückgegriffen werden, um die Wandlungsprozesse zu kommunizieren und nach gemeinsamen Lösungen zu suchen. Hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass die hervorgehobene Stellung der Unternehmensverbände und Gewerkschaften im deutschen System der industriellen Beziehungen auch Hürden für die Transformation hin zur Green Economy bereithält, so eine mögliche Verengung auf wirtschaftspolitische Fragestellungen und das Ausklammern anderer gesellschaftlicher Interessen (s. auch Kap. 3.2.9).

Besonderer Verbesserungsbedarf für das Ziel der Transformation

Für die Transformation in Richtung einer Green Economy ist es von zentraler Bedeutung, den Branchen und Unternehmen klar zu kommunizieren, welche ordnungspolitischen Rahmenbedingungen und Maßnahmen abgeschafft, geändert oder neu eingeführt werden. Nur so ist ein zeitnahes Umdenken, frühes Planen und effektives Handeln für die Wirtschaft möglich. Und nur so können unsicherheitsbedingte Risikoaufschläge bei Investitionsentscheidungen vermieden werden. Am Beispiel der Energiewende ist zu sehen, dass trotz Bemühungen, die **Kommunikations- und Informationspolitik** zu verbessern, für die Stakeholder

viele Fragen zur konkreten Umsetzung offen bleiben. Dies war auch auf der Green Economy-Konferenz des BMBF und BMU im September 2012 zu beobachten, als viele Teilnehmer ihre grundlegende Unterstützung für das Vorhaben äußerten, jedoch große Unklarheit bei Fragen der Durchführung und Rahmenbedingungen deutlich machten (vgl. auch BMBF und BMU 2012b).

Ein Bereich, in dem sowohl in Deutschland als auch in der EU noch viel Handlungsbedarf besteht, ist der Abbau von **umweltschädlichen Subventionen** (IEEP, Ecologic and IVM 2009: 47; Bär, Jacob, Meyer et al. 2011b: 36, OECD 2012a). Das Festhalten an Begünstigungen, wie beispielsweise der Pendlerpauschale, der Steuerbefreiung des Luftverkehrs oder an Agrarsubventionen, wirkt der Transformation hin zu einer Green Economy entgegen und stellt damit potentiell die Glaubwürdigkeit der Transformationsagenda in Frage. Besagte Rahmenbedingungen stellen Anreize für umweltschädliches Verhalten dar und verbrauchen Haushaltsmittel, die für die Förderung umweltverträglichen Handelns oder der Abfederung von negativen sozialen Folgen eines Subventionsabbaus eingesetzt werden könnten. Das Beispiel der niederländischen *Reisekostenvergoeding* zeigt, wie ein Subventionsabbau „sanft“ erfolgen kann, indem sich die Steuererleichterungen für Berufspendler nach der ökologischen Verträglichkeit des gewählten Verkehrsmittels richten (Bär, Jacob, Meyer et al. 2011b: 30). So werden Subventionen für nicht-nachhaltiges Verhalten reduziert, aber durch die Möglichkeit ausgeglichen, durch nachhaltigeres Verhalten in den Genuss von Subventionen in Form von Steuererleichterungen zu gelangen.

Weiterer Handlungsbedarf besteht auch bei der **Internalisierung externer Kosten**, die nicht-nachhaltiges Verhalten mit sich bringen. In Deutschland sind bereits in einer Reihe von Bereichen Maßnahmen durchgesetzt worden, um externe Kosten zu internalisieren, so etwa bei der Abfallentsorgung (siehe 2.2.9), bei der Abwasserentsorgung (siehe 2.2.6) oder bei der Bepreisung von CO₂-Emissionen durch Emissionszertifikate. Trotz dieser Bemühungen sind der ordnungspolitische Maßnahmenkatalog und das Angebot an ökonomischen Anreizinstrumenten noch nicht ausreichend entwickelt, um den Verbrauch endlicher natürlicher Ressourcen signifikant zu reduzieren und eine Übernutzung der Umwelt als Senke zu verhindern. Beispielsweise spiegeln sich die verursachten sozialen Kosten beim Einsatz von Düngemitteln, der Versiegelung von Böden oder dem Abbau von Rohstoffen bislang nicht in ausreichendem Maße in den Preisen der erzeugten Güter oder in zu entrichtenden Abgaben wider. Der SRU fordert daher in seinem Umweltgutachten 2012 (SRU 2012: 4) ein grundlegendes Umdenken und konkrete Maßnahmen, wie eine Reform des Bergrechts und die Einführung einer Primärbaustoffsteuer.

Die zuletzt genannten Bausteine einer effektiveren Exitförderung bezogen sich auf ein Verschlechtern der äußeren Rahmenbedingungen für nicht-nachhaltige Märkte und Wirtschaftsweisen. Weiterer wichtiger Verbesserungsbedarf besteht aber auch bei der **Förderung einer an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichteten Unternehmensführung**. Zwar hat sich die Bundesregierung in den letzten Jahren im internationalen Vergleich von einem Nachzügler (s. Bertelsmann Stiftung 2006: 32ff, 2007: 70ff) zu einem aktiven Förderer von *Corporate Social Responsibility*-Praktiken (CSR) und Nachhaltigkeitsmanagement entwickelt, so etwa durch zahlreiche Maßnahmen in den Bereichen Information und Schulung, Wettbewerbe und Förderprogramme, im Nachgang zum CSR Aktionsplan von 2010, insbesondere auch für KMU (vgl. Steuerer 2010b, Knopf, Kahlenborn, Hajduk et al. 2010). Es fehlt allerdings weiterhin eine Einbettung dieser Aktivitäten in eine Gesamtstrategie mit klar definierten und quantifizierten Zielsetzungen. Auch fristet das aus der Transformationsperspektive entscheidende Thema noch ein Schattendasein, eigene Geschäftsmodelle inkl. dem Produkt- und Dienstleistungsportfolio auf Nachhaltigkeitsmärkte und -herausforderungen auszurichten (sog. „systemic CSR“ oder „CSR 2.0“ bei Visser 2010). Schließlich verzichtet die Bundesregierung bislang darauf, Empfehlungen, Anreize und Förderinstrumente durch rechtsverbindliche Maß-

nahmen zu flankieren. Damit hinkt sie Vorreitern wie Dänemark, Schweden und Frankreich hinterher, die eine umfassende Berichterstattung von Unternehmen über ihre Leistung bei ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitskriterien gesetzlich verpflichtend gemacht haben (Ioannou und Serafeim 2012). Die Neudefinition von CSR auf EU-Ebene, die ein Verständnis von CSR als rein freiwilliges Engagement ablöst (Mitteilung der Europäischen Kommission (COM2011) 681 endg.), spiegelt sich bislang noch nicht im deutschen Rahmenwerk wider (vgl. auch Empfehlungen des Nationalen CSR-Forums 2012).

Best Practice – Gesetzlich vorgeschriebene CSR-Berichterstattung in Frankreich

Seit 2012 müssen alle französischen Firmen mit mehr als 500 Mitarbeitern in ihrem jährlichen Geschäftsbericht über die sozialen und ökologischen Folgen ihrer geschäftsbedingten Aktivitäten berichten. Während in dem neuen Gesetz noch keine Sanktionsmöglichkeiten für Firmen verankert sind, die ihrer Pflicht nicht nachkommen, haben Stakeholder jedoch die Möglichkeit, die fehlenden Informationen vor Gericht einzuklagen (Institute RSE Management 2012).

Schließlich sind **Lösungen für die Innovationsverlierer** noch nicht in dem Maße entwickelt, wie es eine umfassende Transformation hin zur Green Economy erfordert. Das bestehende soziale Netz in Deutschland, etwa die Arbeitslosenunterstützung, Umschulungsangebote und Unterstützung bei der Suche nach Stellenangeboten, greift auch bei den negativen sozialen Auswirkungen eines Strukturwandels. Das Beispiel des Stromspar-Checks (siehe 3.2.7) zeigt auch, dass soziale und ökologische Zielsetzungen verbunden werden können. Bundesweit existiert jedoch noch keine ausreichende Anzahl an gezielten Aktionen und Hilfestellungen, welche spezifisch auf die Herausforderungen und Möglichkeiten einer Green Economy ausgerichtet sind. Wie auf der Green Economy-Konferenz gefordert wurde, müssen passgerechte Lösungen für die Innovationsverlierer gefunden werden und zwar „auch, um Widerstand abzubauen“⁸⁶. Die Etablierung von Maßnahmen zur Abfederung negativer sozialer Folgen muss daher bei der Ausgestaltung des Transformationsprozesses konsequent mitgedacht werden.

3.2.7 Förderung von Werte- und Verhaltenswandel im Konsum

Während in Deutschland die Mehrheit der Bevölkerung Umweltschutz sehr wichtig findet und eine nachhaltige Konsum- und Lebensweise befürwortet, ist es nur eine Minderheit, die tatsächlich nachhaltig konsumiert (WBGU 2011: 73-83). Ähnliches gilt für die Wirtschaft und den öffentlichen Sektor. Auch hier führen Bekenntnisse zu Umweltschutz und Ressourceneffizienz nur bedingt zur entsprechenden Produktnachfrage. Deshalb sind verbesserte Rahmenbedingungen zur Förderung von nachhaltigem Konsum entscheidend.

Besondere Stärken für das Ziel der Transformation

In Deutschland steht dem Verbraucher eine **Vielzahl von Informationen** zum nachhaltigen Konsum zur Verfügung. Dazu zählen einmal diverse *Labels*. Als besonders erfolgreich hat sich das nationale Biosiegel erwiesen, das nahezu jedem Verbraucher bekannt ist (Janssen und Hamm 2010). Neben der Kennzeichnung einzelner Produkte gibt es darüber hinaus auch *Broschüren* wie den „Nachhaltigen Warenkorb“, der umfassende Informationen zu den verschiedensten Produktgruppen zur Verfügung stellt. Ein weiterer Bereich sind öffentliche *Informationskampagnen*. Erfolge konnten hier z. B. im Bereich des Wasserverbrauchs erzielt

⁸⁶ Green Economy – Konferenz (BMBF u. BMU)/ Workshop IV Governance: Jänicke, Martin (Folie 17): http://www.fona.de/mediathek/gek/vortraege/d3_jaenicke_martin_01_presentation_ge2012.pdf

werden (Destatis 2012). Allerdings ist einzuschränken, dass solche breit gefächerten Kampagnen oft einen relativ geringen Wirkungsgrad haben (Klewes und Rauh 2011). Auch die den *politischen Entscheidungsträgern zur Verfügung stehenden Informationsgrundlagen* sind relativ gut. So bestehen gute Wissensgrundlagen zum Beispiel zur Bedeutung der öffentlichen Beschaffung für den nachhaltigen Konsum. Aber auch verbraucherrelevante Daten wurden z. B. im Verbundprojekt zum nachhaltigen Konsum „Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum“ erhoben. Aus Sicht der befragten Experten gibt es hier aber teils noch Lücken, die durch weiterführende Forschung gefüllt werden sollten.

Besonderer Verbesserungsbedarf für das Ziel der Transformation

Grundlage vieler bisheriger Ansätze auf politischer Ebene zur Förderung des nachhaltigen Konsums ist die Annahme, eine verbesserte Informationssituation führe letztendlich zu einem umweltgerechteren Handeln. Die Ergebnisse empirischer Forschung haben jedoch schon vor geraumer Zeit gezeigt, dass die Wirkungskette Umweltwissen-Umweltbewusstsein-Umweltverhalten geringe Zusammenhänge zwischen Umweltwissen und Bewusstsein sowie unbedeutende Effekte von Wissen und Bewusstsein auf das Verhalten zeigt. De Haan und Kuckartz (1996: 104) haben dies zugespitzt auf die Formulierung „Nichts hängt zusammen“. Von Seiten der Wissenschaft wurde die **„Kluft zwischen Wissen und Handeln“** in den letzten 20 Jahren immer wieder im Rahmen von Forschungsprojekten und -programmen (so etwa dem SÖF-Programm „Vom Wissen zum Handeln“) aufgegriffen. Zahlreiche Erkenntnisse aus der Umweltbewusstseinsforschung und der Verhaltensökonomie liefern inzwischen Hinweise zu den Hemmnissen für nachhaltigen Konsum z. B. soziale Einbettung von Konsumententscheidungen, Verhaltensroutinen, mental bedingte Rebound-Effekte etc. Die Politik hat aus diesen Forschungsergebnissen bisher aber noch kaum Konsequenzen gezogen und setzt weiterhin auf das Leitbild des „mündigen Verbrauchers“.

Auch wenn das Thema Labelling, wie erwähnt, nicht überschätzt werden sollte, so ist auch hier Verbesserungspotential gegeben. Neben den gebräuchlichsten und bekanntesten nachhaltigkeitsbezogenen Labels gibt es in Deutschland eine kaum überschaubare Zahl kleinerer Labels. Diese Vielfalt führt im Ergebnis zu **Unübersichtlichkeit für den Verbraucher** (BMBF und BMU 2012b).

Bei den **sozialen Innovationen** fehlt es in Deutschland noch an Ansätzen zur Identifikation und Systematisierung, vor allen Dingen aber an Strategien zur Diffusion. Soziale Innovationen bilden im Kontext der Green Economy neben den technologischen Innovationen die Basis für ressourcensparende Konsummuster. Dabei geht es häufig um Modelle, die das Wachstumsparadigma und den damit verbunden quantitativ hohen Konsum in Frage stellen, aber auch neue Formen des sozialen Zusammenlebens werden entwickelt. Beispiele sind die Urban Gardening-Bewegung, diverse Modelle des Car Sharing oder Tauschbörsen. Im Jahr 2012 haben BMU und UBA ein Forschungsprojekt gestartet mit dem Ziel, das Wissen zu sozialen Innovationen zu systematisieren. Hiermit werden Grundlagen gelegt; noch fehlt es aber an geeigneten Instrumenten zur Unterstützung von sozialen Innovationen, vor allen Dingen zur Multiplikation bestehender Modelle.

Best Practice Soziale Innovationen – Stromspar-Check

Der Stromspar-Check verbindet Umweltziele mit sozialen Zielen. Langzeitarbeitslose werden geschult und beraten einkommenschwache Haushalte beim Energiesparen. Das Projekt wurde inzwischen auf ganz Deutschland ausgeweitet und wird von Wohlfahrtsverbänden und den Verbraucherzentralen durchgeführt.

Die Möglichkeiten, die eine innovations- und umweltorientierte **öffentliche Beschaffung** für den nachhaltigen Konsum bietet, werden in Deutschland noch nicht ausreichend genutzt. Hier hat Deutschland auch international keine Vorreiterrolle inne (Kahlenborn, Moser, Frijdal

et al. 2011). Die öffentliche Beschaffung ist potentiell ein Instrument, um Umweltinnovationen nicht nur von der Angebots-, sondern auch von der Nachfrageseite her zu unterstützen. So kann die technische Machbarkeit neuer Produkte gezeigt und Nachahmung stimuliert werden, z. B. durch Demonstrationsvorhaben. Außerdem können Lern- und Skaleneffekte erzielt werden, so dass die Preise für neue Technologien und Produkte sinken (Kahlenborn, Moser, Frijdal et al. 2011: 1). Nach Meinung der von uns befragten Experten werden die vorhandenen Potentiale unzureichend genutzt (vgl. auch BMBF und BMU 2012b). So fehlen vielfach Strategien und Zielvorgaben für eine innovations- und umweltorientierte öffentliche Beschaffung. Dementsprechend werden auch Einzelinstrumente wie die Möglichkeit, Umweltkriterien in der Leistungsbeschreibung zu integrieren, nur partiell genutzt und es erfolgt keine ausreichende Professionalisierung der Beschaffungsakteure oder eine Bündelung des notwendigen Know-hows (Kahlenborn, Moser, Frijdal et al. 2011). Das bedeutet auch, dass die Vorbildfunktion, die staatliche Institutionen für eine nachhaltige Beschaffungspraxis anderer Akteure ausüben könnten, nur begrenzt genutzt wird. Die Verankerung der innovationsorientierten Beschaffung im Instrumentarium der High-Tech Strategie des BMBF war in diesem Kontext ein wichtiger Schritt; eine breite Nutzung des Instruments wurde aber auch hier noch nicht erreicht. Initiativen wie der im Februar 2013 vom BMWi gestartete Aufbau eines „Kompetenzzentrums Innovationsorientierte Beschaffung“ gehen vor diesem Hintergrund in die richtige Richtung, um die Umsetzungslücke zu schließen.

Analog zum Staat werden auch andere **kollektive Akteure** – wie Unternehmen, Hochschulen oder Vereine – bei der Förderung des nachhaltigen Konsums zu wenig adressiert. Während hier einerseits der unmittelbare Konsum von Bedeutung ist, können sie auch die Rolle von Multiplikatoren erfüllen, indem sie ihren Mitarbeitern oder Mitgliedern zeigen, wie nachhaltiger Konsum in der Praxis aussehen kann (Matthies und Thomas 2012). Insgesamt steht der nachhaltige Konsum kollektiver Akteure bisher nur selten im Fokus der Politik. Wenige Ausnahmen bilden z. B. der Wettbewerb Büro und Umwelt oder der Dialogprozess zum nachhaltigen Konsum von BMU und UBA, der Organisationen der Wirtschaft und Zivilgesellschaft einbezieht. Der Dialogprozess ermöglicht zwar den Austausch zum Thema nachhaltiger Konsum, es fehlt aber an einer gezielten Unterstützung eines gemeinsamen Umsetzungsprozesses. Auf ordnungspolitische Maßnahmen zur Förderung des nachhaltigen Konsums in Organisationen wird bislang weitgehend verzichtet. So existiert z. B. keine Verpflichtung zur Einführung von nachhaltigen Beschaffungsstrategien in Organisationen oder der Einführung eines konsistenten *sustainable supply chain managements*.

3.2.8 Transformations-Governance

Die vorangegangenen Abschnitte beschäftigten sich mit Interventionsoptionen und bestehenden Rahmenbedingungen in einzelnen Teilbereichen der Transformation hin zur Green Economy. Für eine erfolgreiche Transformation bedarf es aber ebenso effektiver Steuerungsmechanismen, die dafür Sorge tragen, Einzelmaßnahmen in einen Gesamtprozess einzubetten. Zu den Aufgaben der Transformations-Governance gehören, den Prozess der *Ziel- und Strategiedefinition* für die Green Economy zu gestalten und zu lenken, für die *Integration von Politiken und Initiativen* auf allen Akteurebenen (Politik, Wirtschaft, Zivilgesellschaft) und Handlungsebenen (kommunal bis global) in die Gesamtstrategie zu sorgen und Prozesse der *regelmäßigen Überprüfung und Verbesserung* umzusetzen, um eine effektive, effiziente und als legitim anerkannte Zielerreichung zu gewährleisten.

Besondere Stärken für das Ziel der Transformation

In Deutschland existieren aus mehreren Gründen sehr gute Voraussetzungen für die Realisierung des Transformationsprojekts Green Economy. Zum einen kann die Transformations-Governance auf ein tief verankertes gesellschaftliches **Selbstverständnis aufbauen, ein**

beim Thema Nachhaltigkeit besonders fortschrittliches Land zu sein. Dieses Selbstverständnis spiegelt sich bei vielen Bürgern, für die etwa die private Mülltrennung und ein sparsamer Wasserverbrauch selbstverständlich sind, aber auch in der Politik, die sich ihrer Vorreiterrolle etwa bei der Energiewende bewusst ist, und in der Wirtschaft, wo zahlreiche Unternehmen zu den globalen Pionieren von grünen Innovationen wie der Solartechnologie gehören. Diese Selbstwahrnehmung und der damit verbundene Wunsch, eine Führungsrolle bei Umwelt- und Nachhaltigkeitsinnovationen zu behalten, ist eine starke Grundlage, um Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Politik für den Transformationsprozess zu gewinnen. Eine weitere Stärke ist die **Erfahrung Deutschlands mit gesellschaftlichen Transformationsprozessen.** Die Wiedervereinigung hatte nicht nur einen für die Exitförderung lehrreichen tiefgreifenden Strukturwandel der Wirtschaft in den neuen Bundesländern zur Folge (s. Kap. 3.2.6), sondern bedeutete einen großen gesellschaftlichen und kulturellen Veränderungsprozess. Auf die hier gewonnenen Erfahrungen, positive wie negative, kann für die – erneut tiefgreifende – gesellschaftliche Transformation zur Green Economy zurückgegriffen werden.

Neben den gesellschaftlichen Voraussetzungen für die Transformationsagenda existieren in der bestehenden Governance bereits wichtige Voraussetzungen für eine effektive politische Gestaltung des Transformationsprozesses. Eine besondere Stärke der Governance in Deutschland besteht in der Funktion der **Bundesländer als Experimentierfelder für die Transformation** in Richtung einer Green Economy. Auf Länderebene finden sich im Rahmen der Industrie- und Strukturpolitik bereits zahlreiche Initiativen, um die Green Economy in die Praxis umzusetzen. Beispiele sind die Solarregion Freiburg, die sich durch eine besondere Standortkonstellation aus Politik, Bürgerengagement und Wissenschaft auszeichnet, oder das Zero-Emission Village im Landkreis Kaiserslautern, wo für den gesamten Landkreis ein Konzept für regionales Stoffstrommanagement aufgebaut und umgesetzt wurde (DIW, ZSW, AEE 2008: 82, 102). Diese Funktion der Kommunen und Länder als Experimentierräume für die Verwirklichung Green Economy kann und sollte im Rahmen der Transformationsagenda noch weiter ausgebaut werden. Des Weiteren kann die Bundesregierung durch ihr Engagement für die Energiewende **ambitionierte Politiken für einen umfassenden Umbau** hin zur Green Economy bereits vorweisen. Diese schaffen zum einen eine gute Ausgangssituation, um Glaubwürdigkeit auch für umfassende Umbauten in anderen Bereichen der Transformation zu gewinnen; zum anderen liefert die Energiewende wichtige Lernerfahrungen für die Gestaltung von Transformationspolitiken, so etwa in Hinblick auf die Bedeutung und Ausgestaltung der Bürgerbeteiligung (s. Kap. 3.2.9).

Besonderer Verbesserungsbedarf für das Ziel der Transformation

Eine entscheidende Schwachstelle bei den politischen Rahmenbedingungen in Deutschland liegt darin, dass die Transformations-Governance bislang **zu wenig strategisch** ansetzt. Die 2002 verabschiedete und mehrfach weiterentwickelte nationale Nachhaltigkeitsstrategie hat zwar das Potential, Wegbereiter des Transformationsprozesses zu werden; bislang sind die Indikatoren, Zeitpläne und Einzelmaßnahmen aber nicht zu einer langfristigen, integrierten Gesamtstrategie gebündelt (aus dem Moore, Drautz, Leipprand et al. 2010). Vor allen Dingen fehlt an vielen Stellen noch der entscheidende Schritt vom reinen Monitoring von Indikatoren hin zur tatsächlichen Steuerung des Prozesses (Bachmann 2012: 13). Auch gibt es noch keine übergreifende Strategie für die Transformation hin zur Green Economy. Der internationale Prozess zur Entwicklung von Green Economy Roadmaps steht auf nationaler Ebene noch am Anfang.

Die zu schwach ausgeprägte langfristige Gesamtstrategie ist ein wichtiger Grund für eine weitere Schwachstelle, die für eine effektive Förderung der Transformation dringend überwunden werden muss, die noch zu stark ausgeprägte **Inkohärenz der Politiken einzelner Ressorts auf Bundesebene.** Das besonders finanzstarke BMWi zum Beispiel interpretiert

das Leitprinzip der Nachhaltigkeit mit besonderem Blick auf die Industrie, während das BMU einen Fokus auf die nachhaltige Verwendung von Ressourcen legt.

Während die kommunalen und Länderebenen effektiv als Experimentierräume genutzt werden, nimmt der **Bund noch nicht ausreichend die Rolle als Koordinations-, Vernetzungs- und Diffusionsinstanz** dieser Erfahrungen ein. Zu häufig noch stehen verschiedene Initiativen auf kommunaler und Länderebene unverbunden nebeneinander. Ein für die Transformation besonders wichtiges aktuelles Beispiel ist die Energiewende. Hier ist die Koordination zwischen Bund und Ländern sowohl beim Ausbau der erneuerbaren Energien als auch beim Netzausbau noch nicht ausreichend gewährleistet. Die in Reaktion auf die hieraus entstehenden Probleme nun anvisierte Schaffung einer Plattform für die Energiewende, an der sich unter anderem der Bund und die Länder beteiligen, ist daher ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Auch in anderen für die Transformation relevanten Bereichen wurden bereits Initiativen ergriffen, um die Bund-Länder Koordination zu verbessern, so durch die Schaffung von Bund-Länder-Institutionen wie der Bund-Länder Arbeitsgruppe Nachhaltigkeit oder die im Rahmen der Arbeitsgruppe gegründete Allianz für nachhaltige Beschaffung. Das Ausmaß, in dem die Arbeitsgruppen über einen reinen Informationsaustausch hinausgehen und gezielt Ländere Erfahrungen evaluieren, best-practice-Erfahrungen sammeln und Transferprojekte in der Praxis initiieren, ist aber noch äußerst begrenzt. Es bleibt bislang also bei lediglich „erste[n] Ansätze[n]“ (Bachmann 2012: 7) der vertikalen Integration.

Ebenfalls deutlich zu schwach ausgeprägt in der Transformations-Governance ist die **Vermittlung und Gestaltung des Transformationsprozesses als gemeinsamem Lernprozess**. Angesichts der Langfristigkeit der Transformation, der Komplexität der Problemlagen und Lösungen (z. B. Klimawandel) sowie der hohen Innovationsdynamik für die Green Economy sind Anpassungsbedarfe beim politischen Instrumentarium kaum zu vermeiden (s. auch die internationalen Beispiele für solche Lern- und Anpassungsprozesse, wie bei den NETA in Großbritannien (S. 33f), dem Renewable Energy Law in China (S. 31f) oder dem REFIT in Südafrika (S. 32). Für die komplexe Herausforderung Green Economy-Transformation ist ein Verständnis der Politik als Prozess der Problemverarbeitung nötig, in dem sich Schritt für Schritt an die Lösung eines Problems herangetastet wird und der entsprechende Mechanismen für Monitoring, Evaluation und kontinuierliche Verbesserung vorsieht (s. Konzept der adaptiven Politik bei Swason and Bhadwal 2009). Bislang tun sich politische Entscheidungsträger äußerst schwer, im Sinne eines gemeinsamen Lernprozesses Probleme bei der Effektivität von Maßnahmen öffentlich einzugestehen und Nachjustierungen vorzunehmen. Mechanismen des Monitorings, der Evaluation und der regelmäßigen Verbesserung finden sich zwar in Ansätzen, so im Peer-Review-Prozess der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Sie sind aber bei weitem noch nicht integraler Bestandteil transformationsorientierter Politiken. Ebenfalls wird noch kaum aktiv bei den Bürgern und Bürgerinnen, Medien und im politischen Prozess darum geworben, die Transformation als gemeinsamen Lernprozess zu verstehen und zu unterstützen.

Verbesserungsbedarf besteht auch bei der **Kommunikation der Transformation als positiver Herausforderung**, als gesamtgesellschaftlichem Projekt zur Verwirklichung einer positiven Zukunftsvision. Statt die Chancen und Gewinne der Transformation herauszustellen, werden Transformationsherausforderungen zu oft noch mit Vorsicht und negativen Konnotationen betont. So wird z. B. die Diskussion zur Energiewende momentan stark auf die anfallenden Kosten fokussiert, die positiven wohlfahrtsstaatlichen Effekte bleiben zu häufig unerwähnt (von Hirschhausen 2011). Ähnlich macht adelphi bei der Unterstützung nationaler Dialogprozesse zum nachhaltigen Konsum weiterhin die Erfahrung, dass staatliche Institutionen, wenn es um die eigene Beschaffungspraxis geht, eher Botschaften der Skepsis und Zurückhaltung versenden. Die Chancen werden hingegen nicht betont (s. auch Kahlenborn Moser, Frijdal et al. 2011: 115ff). Historische Beispiele zeigen, dass positive Visionen wichtige Hebel

sein können, um die betroffenen Stakeholder für umfassende ökonomische Wandlungsprozesse zu mobilisieren, so etwa die Vision des „Blauen Himmels über der Ruhr“ beim Strukturwandel im Ruhrgebiet (Brüggemeier, Scheck, Schepelmann et al. 2012: 32f).

3.2.9 Übergreifende Herausforderung: Partizipation

Bedeutung von Partizipation für die Transformation zur Green Economy

Die Bedeutung des Themas Partizipation und die in Deutschland bestehenden Mängel ziehen sich wie ein roter Faden durch die für diese Studie geführten Experteninterviews. Sie berühren alle Handlungsfelder, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Deshalb wird Partizipation an dieser Stelle als übergreifendes Thema behandelt, allerdings mit Schwerpunkten auf einzelne Handlungsfelder. Auch das Gutachten des WBGU (2011) betont mehrfach die zentrale Bedeutung gesellschaftlicher Beteiligungsmöglichkeiten.

Welche negativen Folgen das Fehlen ausreichender Beteiligungsmöglichkeiten haben kann, zeigt sich exemplarisch an einigen Bereichen der Energiewende, wie dem Netzausbau oder der Installation von Windkraftanlagen (vgl. u.a. Schnelle und Voigt 2012). Denn bei der Transformation hin zu einer Green Economy geht es nicht nur um die Veränderung wirtschaftlicher Strukturen und technischer Lösungen, sondern in erster Linie um einen tiefgreifenden gesellschaftlichen Wandel, der alle betrifft. Deshalb ist zum einen die gesamtgesellschaftliche Akzeptanz sowohl der übergreifenden Zielsetzung als auch der einzelnen dazu notwendigen Schritte unabdingbar. Zum anderen handelt es sich um einen gesamtgesellschaftlichen Suchprozess, denn keine einzelne Akteursgruppe ist in der Lage, die notwendigen Lösungen allein zu formulieren und umzusetzen. Gleichzeitig darf Partizipation aber nicht bedeuten, dass Interessen des Gemeinwohls grundsätzlich nicht mehr gegenüber Partikularinteressen durchgesetzt werden können. Auch ist die Tatsache zu bedenken, dass Beteiligungsprozesse Entscheidungsprozesse verlangsamen können.

Die zentrale Frage im Kontext der Partizipation lautet: Wer ist in welcher Form an Entscheidungen beteiligt? Dementsprechend darf die Frage der Partizipation nicht auf die Einbeziehung von Zivilgesellschaft und ihren Organisationen beschränkt werden. Es geht auch darum, welche Interessen-/Lobbygruppen einen unverhältnismäßig großen Einfluss auf Entscheidungsprozesse haben, und es geht um Transparenz.

Partizipation nach Handlungsfeldern

Innerhalb der *Forschungs- und Innovationsförderung* gibt es drei Bereiche, in denen das Thema Partizipation mehr Aufmerksamkeit bekommen muss. Erstens bei der **Programmentwicklung und der Allokation von Forschungsgeldern**. Zum jetzigen Zeitpunkt werden diese Entscheidungen im Wesentlichen zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ausgehandelt. Verbraucher und deren Vertreter aus der Zivilgesellschaft fehlen. Auch dies dürfte ein Grund für die in Kapitel 3.2.3. angesprochene Technologielastigkeit der Forschungs- und Innovationsförderung sein. Zweitens ist es notwendig, **Verbraucher und Verbände in einem viel stärkeren Umfang in die Forschung selbst einzubeziehen**, wie schon unter dem Stichwort Anwendungsforschung diskutiert. Eine positive Ausnahme stellen hier die Projekte der SÖF dar. Und drittens fehlt es an **Forschung zu gelingenden Partizipationsprozessen im Rahmen der Green Economy-Transformation**. Zu Partizipationsprozessen allgemein existiert zwar bereits ein breiter Fundus wissenschaftlicher Erkenntnisse; diese müssen aber für die Anforderungen der Transformation zur Green Economy als gesamtgesellschaftlicher Herausforderung noch erweitert werden. Ein Beispiel für eine solche Studie ist die zur öffentlichen Akzeptanz von Infrastrukturprojekten am Beispiel der „Thüringer Strombrücke“ (Schnelle und Voigt 2012). Insgesamt mangelt es aber noch an Forschung zu Partizipation im Kontext von Green Economy-Transformationsprozessen.

Beim Handlungsfeld *Gründungs- und Clusterförderung* ist es die **Industriellastigkeit der meisten Cluster**, die zu einem Mangel an Partizipation führt. Da es sich hier primär um ein Instrument der Industrieförderung handelt, bestehen die Clusternetzwerke in der Regel aus Unternehmen, Verbänden der Industrie und Wissenschaftsinstitutionen, d. h., es fehlt an Clustern, die systematisch auch Akteure aus der Zivilgesellschaft wie Umweltverbände einbeziehen. Diese Integration ist notwendig, da die Komplexität der für eine wirkliche Transformation notwendigen Innovationen – d. h. auch systemische, die Nutzungsseite betrachtende, sowie soziale Innovationen – das Wissen und die Akzeptanz der verschiedensten gesellschaftlichen Stakeholder erfordert.

Bei *Markteinführung und -entwicklung* können die Fehler, die hinsichtlich der mangelnden Integration von relevanten Stakeholdern während des Forschungs- und Innovationsprozesses gemacht wurden, zum Tragen kommen. Dies drückt sich besonders durch **mangelnde Akzeptanz in der Bevölkerung** aus. Bekannte Beispiele sind hier die grüne Gentechnik und die CCS-Technologie. Im Extremfall wird so die Markteinführung vollständig verhindert. Aber auch bei grundsätzlich als positiv bewerteten Technologien können Schwierigkeiten entstehen, wenn dadurch persönliche Interessen berührt werden (das sog. „not in my backyard“-Phänomen). Hier fehlen in Deutschland noch die geeigneten Verfahren, um Gemeinwohlinteressen mit denen von Einzelpersonen in Einklang zu bringen.

Die **soziale Dimension** der Transformation kommt besonders bei der *Exitförderung* (siehe auch Kap. 3.2.6) zum Tragen, wenn ganze Branchen ihr Geschäftsmodell verändern müssen oder verlieren. Hiervon kann ein großer Teil der Arbeitnehmerschaft ganzer Regionen betroffen sein. Um hier die Zustimmung zum Wandel aufrechtzuerhalten, müssen deren Interessen ausreichend berücksichtigt werden. Neben Instrumenten der Abfederung sind auch hier Beteiligungsprozesse von großer Bedeutung. Aber auch die weniger existentiellen Veränderungen, die mit dem Ausstieg aus bestimmten Technologien oder dem Verbot bestimmter Produkte verbunden sind (Bsp. Glühbirne), sind auf gesellschaftliche Akzeptanz angewiesen.

Bei Fragen des *nachhaltigen Konsums* ist eine Einbindung der Verbraucher unabdingbar. In diesem Zusammenhang wurde in den Interviews mehrfach die Ansicht geäußert, dass gerade hier die **Beteiligungs- und Einflussmöglichkeiten der Industrie** der Transformation zur Green Economy entgegenstehen: Die bestehenden Branchen seien primär an einer Fortführung bzw. Ausweitung der bestehenden Konsummodelle interessiert und hätten deshalb kein Interesse an sozialen Innovationen, die einen geringeren quantitativen Konsum zur Folge haben, etwa den diversen Initiativen unter dem Motto „Nutzen statt besitzen“.

Nationale Plattform Elektromobilität

Die Nationale Plattform Elektromobilität analysiert die Entwicklungen im Bereich Elektromobilität und berät die Bundesregierung. Sie stellt ein positives Beispiel für die Koordination zwischen verschiedenen Ministerien mit der Industrie dar; auch wissenschaftliche Institutionen sind relativ stark vertreten. Im Lenkungskreis findet sich allerdings nur ein Vertreter der Gewerkschaften und kein Vertreter aus Umwelt- oder Verbraucherverbänden. Diese sind lediglich mit einer Person in einer der Arbeitsgruppen vertreten. So wird eine Strategie entwickelt, ohne einen wesentlichen Stakeholder, den Nutzer von Infrastruktur und Produkten, in die Entscheidungen einzubeziehen. Dies erschwert es, Chancen und Risiken umfassend zu erkennen.

Die Bedeutung von Partizipation für die übergreifende *Transformations-Governance* wurde schon in Kap. 3.2.1 betont. Sie ist nicht nur die Grundvoraussetzung für die Akzeptanz der Transformation, sondern auch unabdingbar für die Erarbeitung von Lösungen. Da es bei der Transformation zur Green Economy auch um einen tiefgreifenden gesellschaftlichen Wandel geht, ist hier noch mehr, als bei Einzelprojekten und begrenzteren politischen Vorhaben, die

Einbeziehung weiter Teile der Bevölkerung notwendig. Während bei der Erarbeitung der Nachhaltigkeitsstrategie zum Teil schon Möglichkeiten der Partizipation gegeben sind, ist fraglich, ob mit den vorhandenen Instrumenten wirklich die breitere Masse der Bevölkerung erreicht wird. Denn in der Regel sind es diejenigen mit einem hohen Maß an finanziellen- und Bildungsressourcen, die die gebotenen Beteiligungsmöglichkeiten auch wahrnehmen (Olk 2003: 20). Sollte dieses **selektive Partizipationsmuster** auch für die Transformationsprozesse der Green Economy gelten, kann dies zu einem ernsthaften Hemmnis werden. Dementsprechend sind die bestehenden Verfahren zu überprüfen und gegebenenfalls neue, niedrigschwellige Instrumente zu entwickeln, die auch diejenigen Bevölkerungsgruppen erreichen, die sich bisher nicht gesellschaftlich oder politisch engagieren.

4 Forschungs- und Handlungsempfehlungen

In Kapitel 2 dieser Studie wurde eine strukturierte Analyse der Green Economy mit Blick auf die deutsche Wirtschaft anhand zentraler Bedarfsfelder, Märkte, Schlüsselinnovationen und Kontextbedingungen geleistet. Hieran anschließend wurden die Treiber und Hemmnisse am Beispiel ausgewählter Schlüsselinnovationen der Green Economy untersucht (Kap. 3.1), um dann die Lenkungswirkungen eines zentralen Faktors, den politischen Rahmenbedingungen in Deutschland, genauer zu analysieren (Kap. 3.2). In all diesen Untersuchungsschritten sind sowohl offene Forschungsfragen als auch Verbesserungsbedarfe bei den politischen Rahmenbedingungen deutlich geworden, die im Rahmen einer Green Economy-Agenda des BMBF und der deutschen Bundesregierung insgesamt angegangen werden sollten. Diese werden nun in einem abschließenden Kapitel gebündelt vorgestellt.

Angesichts der Breite und Komplexität des Themas handelt es sich bei den hier behandelten Empfehlungen um eine bewusste Auswahl: Im Folgenden werden solche Empfehlungen behandelt, die aus Perspektive der Green Economy-Transformation besonders wichtig bzw. gegenüber herkömmlichen Politikansätzen tendenziell neu sind.

4.1 Forschungs- und Handlungsempfehlungen für die Interventionsfelder

Die in den folgenden Abschnitten präsentierten Empfehlungen sind gegliedert nach den im dritten Kapitel unterschiedenen sechs Handlungsfeldern für die Politik. Sie beziehen sich einerseits auf die Ausgestaltung der politischen **Rahmenbedingungen** für die Green Economy, andererseits auf die **Forschungsthemen** im Rahmen einer Green Economy-Agenda. Aufgrund der besonderen Relevanz für die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik werden für den Bereich der Forschungsförderung zunächst zentrale Empfehlungen zu technologie- und innovationsorientierten Forschungsfragen und Rahmenbedingungen getroffen (Kap. 4.1.1). Übergreifende Empfehlungen für die Forschungs- und Innovationspolitik des BMBF werden dann in Kapitel 4.2 formuliert.

4.1.1 Forschungsförderung – technologie- und innovationsorientierte Empfehlungen

Die in Kapitel 2.3 identifizierten und analysierten 110 innovativen Lösungen sind potenzielle „Kandidaten“ für Schlüsselinnovationen der Green Economy. Sie können herangezogen werden, wenn es gilt, die bestehenden Förderbereiche im BMBF-Rahmenprogramm FONA und in den Schlüsseltechnologie-Feldern der Hightech-Strategie auf eine hinreichende Verankerung relevanter GreenTech-Lösungen zu überprüfen. Dies gilt umso mehr für die 30 Schlüsselinnovationen, die in Kapitel 2.3 aus dem größeren Pool an 110 innovativen Lösungen herausgefiltert und als besonders relevant für die Green Economy bewertet wurden. Im Folgenden soll auf relevante und bislang nicht hinreichend abgedeckte Forschungsthemen für Schlüsselinnovationen der Green Economy eingegangen und es sollen dazu Handlungsempfehlungen formuliert werden. Die Themen werden anhand der fünf Bedarfs- bzw. Suchfelder strukturiert, die in Kapitel 2.3 aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für die Green Economy zentrale Betrachtungsfelder für die Identifikation von Lösungsbedarfen und Lösungsansätzen waren.

Forschungsthemen für Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Ernährung

Auf der Homepage der Hightech-Strategie der Bundesregierung im Bedarfsfeld „Gesundheit und Ernährung“ wird das Thema Ernährung zunächst nur indirekt erwähnt.⁸⁷ Über das Thema „Klima und Energie“ findet sich die Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030 (BMBF 2010) des BMBF und darin ein Link zur „nachhaltigen Agrarproduktion“. Die für die ausgewählten Schlüsselinnovationen bedeutenden Themen der Nährstoffkreisläufe, der Erosion und des Bodenerhalts finden sich hier mit dem Thema „Zerstörung von landwirtschaftlich nutzbarer Fläche sowie bei der Endlichkeit fossiler Ressourcen“ wieder. Die Entwicklung von Lösungen zum Recycling von Nährstoffen wie z. B. Stickstoff ist auch Bestandteil der Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030. In den aufgeführten Projekten werden gegenwärtig jedoch weder der Boden, die Erosion noch die Nährstoffkreisläufe thematisiert. Fruchtbarer Boden ist für die fokussierten Projekte im Wesentlichen eine selbstverständliche Grundlage und wird als gegeben angenommen.

Auch die Forschungsbereiche des BMBF zur Biotechnologie und zur Bioenergie fokussieren auf die Forschung zur optimierten Verarbeitung agrarischer Rohstoffe und nicht auf die langfristige Sicherstellung der dafür notwendigen Bodenqualität. Dennoch wurde mit der Förderinitiative „Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor“ zumindest versucht, das Thema Nährstoffkreisläufe zu thematisieren. Das Thema „Erosion“ wird dagegen in den Ausschreibungen des BMBF nur wenig behandelt. Daher wird empfohlen:

- die Frage der erfolgreichen **Kreislaufführung von Nährstoffen** (vgl. dazu die Schlüsselinnovation Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm als Teil der Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor in Kapitel 3.1) sowie die Potenziale und Schlüsselinnovationen eines **landwirtschaftlichen Stoffstrommanagements** (vgl. Kapitel 3.1) als notwendige Grundlage einer Bioökonomie dem Handlungsfeld „nachhaltige Agrarproduktion“ zuzuordnen.
- neben Fragen der technischen Realisierung auch Fragen der **Diffusionsdynamik** und des **rechtlichen Rahmens** der o.g. Schlüsselinnovationen zum Forschungsgegenstand zu machen. Diese sind besonders in der (Ab-)Wasserwirtschaft ein wichtiger Einflussfaktor.
- die genannten Forschungsthemen alternativ oder ergänzend dem Handlungsfeld „Ressourcen und Nachhaltigkeit“ in FONA zuzuordnen, denn auch im Forschungsfeld „Nachhaltiges Landmanagement – Modul A“ werden verwandte Themen erforscht.

Forschungsthemen für Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Wohnen

Im Bedarfsfeld Wohnen fallen die beiden im Kapitel 3.1 beschriebenen Schlüsselinnovationen Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte für Gebäude sowie dezentrale Energiemanagementsysteme für den Einsatz in Bestandsgebäuden unter den Bereich „Klima und Energie“ in der Hightech-Strategie der Bundesregierung. U.a. im Rahmen des BMWi-Programms *Energieoptimiertes Bauen* werden technologische Weiterentwicklungen beider Schlüsselinnovationen gefördert (BMBF 2006). Beim BMBF wird das wachsende Potenzial von Kühlungs- und Klimatisierungskonzepten für Gebäude bereits in einer FONA-Publikation aus dem Jahre 2004 thematisiert (BMBF 2004). Es ist aber nicht erkennbar, ob das Thema seither explizit in spezifischen Fördermaßnahmen aufgegriffen wurde. Das Thema „dezentrale Energiemanagementsysteme“ wird implizit in einige Förderschwerpunkte integriert (bspw. „Leistungselektronik zur Energieeffizienz-Steigerung“ oder im Rahmen der SÖF zum Themenschwerpunkt „Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesys-

⁸⁷ Vgl. <http://www.hightech-strategie.de/de/86.php> (Zugriff vom 05.02.2013).

tems“ im Jahr 2012). Eine konkrete Priorisierung wird bislang jedoch nicht erkennbar. In der Forschungsförderung des BMBF im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms wäre eine Ansiedelung der beiden Themen im Bereich Grundlagenforschung Energieeffizienz naheliegend. Es wird vor diesem Hintergrund empfohlen:

- zu überprüfen, inwiefern eine Zuordnung der Schlüsselinnovationen in den Schwerpunkt „Grundlagenforschung Energieeffizienz“ des Energieforschungsprogramms sinnvoll oder ob ein eigener Förderschwerpunkt in einem anderen Bereich eher angemessen wäre.
- bei der Schlüsselinnovation **dezentrale Energiemanagementsysteme** folgende Themen zu erforschen: Entwicklung integrierter Systemlösungen aus Heimautomatisierung und Heimvernetzung auf einer branchenübergreifenden Ebene, Geschäftsmodelle (z. B. Contracting- und Finanzierungsmodelle, die das Nutzer-Investor-Dilemma lösen) sowie die Erfassung von Bedarfen und Potenzialen in unterschiedlichen Kundengruppen.
- Pilotanlagen und Leuchtturmprojekte in Regionen und Anwendungsbereichen zu fördern, in denen nachhaltige **Low Exergy-Systeme** bislang fehlen bzw. ein Nischendasein fristen.
- Fragen der Verbreitung (Diffusion) beider Schlüsselinnovationen zu erforschen.

Forschungsthemen für Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Mobilität

Für das Bedarfsfeld Mobilität wurden sechs Innovationsfelder der Green Economy mit relevanten Schlüsselinnovationen identifiziert. In den Innovationsfeldern kommt ein Forschungsparadigma zum Ausdruck, das technologische und gesellschaftspolitische Entwicklungen zusammenbringt. Im Aktionsplan der Hightech-Strategie gehört nachhaltige Mobilität zu den zehn sog. Zukunftsprojekten, die ressortübergreifend das Hauptziel verfolgen, den Endenergieverbrauch im Verkehrssektor bis 2050 um 40 % gegenüber 2005 zu senken (BMBF 2012). Das Zukunftsprojekt Nachhaltige Mobilität der Hightech-Strategie adressiert bereits sämtliche sechs Innovationsfelder der Green Economy. Dies drückt sich insbesondere in der Handlungslinie Elektromobilität und dem entsprechenden Regierungsprogramm aus. Auch effiziente und emissionsarme Fahrzeug- und Logistikkonzepte sowie die urbane Mobilität sind in dem Aktionsplan als große Handlungsfelder verankert. Dagegen spielen die drei weiteren Innovationsfelder alternative Antriebskonzepte und Kraftstoffe, neue Mobilitäts- und Nutzungsmuster sowie vernetzte und intelligente Mobilität eine eher untergeordnete Rolle. Für die künftige Ausrichtung der Forschungsförderung im Bedarfsfeld Mobilität sollte deshalb geprüft werden:

- welche Forschungs-, Innovations- und Marktpotenziale in den drei bisher **unterrepräsentierten Innovationsfeldern** liegen. Dies konnte im Rahmen dieser Studie nur exemplarisch anhand der beiden ausgewählten Schlüsselinnovationen „**Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme**“ sowie „**Effiziente und resiliente Logistiksysteme**“ erfolgen, die beide zu den bereits verankerten Innovationsfeldern gehören.
- welche Schlüsselinnovationen in konkreten Förder- und Aktionsprogrammen bisher wenig berücksichtigt werden.

Forschungsthemen für Schlüsselinnovationen im Bereich Energie

Die Energieforschung, wie sie im aktuellen 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung (BMW i 2011b) dargestellt wird, ist aufgeteilt auf Zuständigkeitsbereiche des BMW i (Energieeinsparung und -effizienz), des BMU (erneuerbare Energien), des BMELV (Bioenergie) und des BMBF (Grundlagenforschung, Energie und Gesellschaft, Institutionelle Energieforschung, Fusionsforschung). Mit Blick auf die Schlüsselinnovation virtuelles Kraftwerk ist festzustellen, dass der aktuelle erste Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“ im Kontext der Versorgungssicherheit einen deutlichen Akzent auf den Bau zusätzlicher Stromtrassen legt.

Virtuelle Technologien wie eben das virtuelle Kraftwerk, aber auch das *Demand Side Management*, stehen zwar als Prototypen zur Verfügung, werden aber nicht mit der höchstmöglichen Anstrengung in der Diffusion vorangetrieben.

Die zweite untersuchte Schlüsselinnovation, Langzeitwärmespeicher als integriertes Element im Gesamtsystem Wärmeversorgung, macht deutlich, dass das Wärmethema insgesamt im Vergleich zum Stromthema in der gesamten Energieforschung mit zu geringer Priorität behandelt wird. Wesentliche Potenziale werden weder technisch noch forschungsmäßig erschlossen. Berechnungen des Institutes für Zukunftssysteme (IZES) ermitteln z. B. über 200 TWh/a an theoretisch für die Wärmeversorgung nutzbaren Abwärmepotenzialen aus dem produzierenden Gewerbe (Groß/Tänzer 2010), womit gut die Hälfte des Raumwärmebedarfs 2050 gedeckt werden könnte. Fortschritte in der Erschließung alternativer Wege zur Wärmeversorgung sind insbesondere für den Fall von Bedeutung, dass das ambitionierte Ziel des BMU, in 2050 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu haben, nicht erreicht wird. Vor diesem Hintergrund wird empfohlen:

- im Kontext der Forschungsbereiche des BMBF „Energie und Gesellschaft“ sowie „Institutionelle Energieforschung“ die Frage der **Diffusion virtueller Kraftwerke** wie auch des **Demand Side Managements** intensiv zu thematisieren und so parallel zum Netzausbau eine zweite Säule der Versorgungssicherheit zu errichten.
- in der Grundlagenforschung zur Energieeffizienz Projekte zu initiieren, die auf die Erschließung der gigantischen **Abwärmepotenziale**, der z. B. in Dänemark bereits genutzten Potenziale solarthermischer Wärmegewinnung und der Langzeitwärmespeicherung gerichtet sein sollten. Damit kann bei der Wärmeversorgung ebenfalls eine zweite Säule neben der eher unsicheren Säule der Wärmedämmung des Gebäudebestandes errichtet werden.

Forschungsthemen für Schlüsselinnovationen im Bereich Green Services

Der übergreifende Bereich „Green Services“ umfasst eine breite und heterogene Anzahl möglicher Innovationen. Bislang können „grüne Dienstleistungen“ nur wenigen bestehenden Förderschwerpunkten explizit zugeordnet werden. Die Dienstleistungswirtschaft ist ein Themenbereich der Schlüsseltechnologien in der Hightech-Strategie; allerdings ohne Nachhaltigkeit als explizitem Kriterium. Des Weiteren birgt u.a. der Förderschwerpunkt „Integration von Produktion und Dienstleistung“ das Potenzial, ressourceneffiziente Innovationen im Bereich der Produkt-Service-Systeme zu fördern. Dies ist dort jedoch kein ausgesprochenes Ziel der Förderung. Auch wenn Dienstleistungen bereits Teil einiger Förderschwerpunkte mit explizitem Nachhaltigkeitsfokus sind (bspw. „Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“ oder „Innovationen als Schlüssel für Nachhaltigkeit in der Wirtschaft“), sind mit einer prominenten Ausnahme („Dienstleistungsinnovationen für Elektromobilität“) keine Programme dem Thema Green Services gewidmet. Vor diesem Hintergrund und mit Blick auf die untersuchten Schlüsselinnovationen im Bereich „Green Services“ wird empfohlen:

- das Potenzial eines neuen Förderprogramms zu prüfen, das die Rolle der Finanzwirtschaft in der **Finanzierung einer Green Economy** zum Forschungsgegenstand macht. Dabei sollten auch Fragen der Entwicklung von Nachhaltigkeitsstandards für nachhaltige Themenfonds und Berichterstattungsstandards für institutionelle Investoren sowie die Erfassung der gesamten Nachhaltigkeitswirkungen einer Investition und die Entwicklung entsprechender Bewertungsmethoden untersucht werden.
- die Einrichtung eines Förderschwerpunktes **“GCC”** zu prüfen, der sich im Unterschied zu den bestehenden Programmen „Trusted Cloud“ (BMWi) und „Forschung für Sicheres Cloud Computing“ (BMBF) explizit mit Energie- und Ressourcenfragen, Reboundeffekten, „grünen“ Cloud-Diensten und nachhaltigkeitsbezogenen Monitoringfragen beschäftigt. Das

Programm sollte auf Erkenntnissen des Förderbereichs „it2green“ (BMWi) aufbauen und zum Aktionsprogramm Cloud Computing beitragen.

4.1.2 Gründungs- und Clusterförderung

Empfehlungen zu Rahmenbedingungen

Sowohl die explizite Förderung von „Geschäftsideen für die Green Economy“ als auch die Beachtung der Zielsetzungen einer Green Economy in der allgemeinen Gründungsförderung sind in Deutschland noch schwach ausgeprägt (s. Kap. 3.2.4).

Um die Kohärenz der allgemeinen Gründungsförderung mit den Zielen der Green Economy zu erhöhen und Nachhaltigkeitsaspekte breitenwirksam in Neugründungen zu verankern, wird zum einen empfohlen, bei der Bewertung von Förderanträgen in allgemeinen Gründerprogrammen solche **Geschäftsideen mit zusätzlichen Punkten zu honorieren, die zur Green Economy-Transformation beitragen**. Die entsprechenden Bewertungskriterien könnten sich u.a. an den zentralen Bedarfsfeldern, Märkten und Innovationstypen (technische, soziale) orientieren, die in dieser Studie herausgearbeitet wurden.

Parallel sollten Nachhaltigkeitsanforderungen **flächendeckend in Schulungs- und Beratungsangebote für Gründerinnen und Gründer** integriert werden. Neben einer Einführung zum Thema nachhaltige Entwicklung und Green Economy-Transformation als globale und nationale Herausforderung sollten hier Chancen und Risiken für Unternehmensgründungen herausgearbeitet werden. Ein erstes Beispiel, wie dies realisiert werden kann, stellt das Handbuch zum Businessplan-Wettbewerb Berlin-Brandenburg 2013 dar (vgl. BPW 2012). Als Grundlage für die Integration wäre eine entsprechende Qualifizierung der Gründungsberaterinnen und -berater von zentraler Bedeutung.

Für den zweiten Baustein im Rahmen einer transformationsorientierten Gründungsförderung, die gezielte Förderung von „Geschäftsideen für die Green Economy“, bestünde ein wichtiger Schritt in der Schaffung **spezieller Förderprogramme für Green Economy-Gründungen**. Denkbar sind ein allgemeines Programm „Gründungen für die Green Economy“, Spezialprogramme auf Ebene der Leitmärkte oder Bedarfsfelder (z. B. „Mobilität in der Green Economy“) oder die Kombination eines allgemeinen Programms mit speziellen Unterprogrammen.

Diese Förderprogramme wären von entsprechenden **Gründerzentren** zu flankieren, die die Ausarbeitung von Geschäftsideen für die Green Economy unterstützen und Vernetzungsmöglichkeiten für grüne GründerInnen schaffen. In die Ausgestaltung sollten internationale Erfahrungen mit Inkubatoren für „grüne“ Gründungen und Nachhaltigkeits-Entrepreneure sowie Ansätze aus einzelnen Bundesländern und Städten einfließen.

Die physischen Gründerzentren sollten verknüpft sein mit **einer gemeinsamen Internetplattform** als geografisch ungebundenem Informations- und Vernetzungs-Hot-Spot rund um das Thema Gründungen für die Green Economy. Eine solche Plattform wäre mit bestehenden oder im Aufbau befindlichen Informationsplattformen wie dem Green Economy Gründungsmonitor zu verlinken.

Um die Sichtbarkeit der Potentiale „grüner“ Gründungen zu erhöhen und die Innovationsdynamik für die Green Economy Transformation anzukurbeln, ist zudem die **Auslobung eines nationalen „Gründerpreises Green Economy“** zu empfehlen. Der Preis könnte in verschiedenen Kategorien vergeben werden, die die Kernthemen der Green Economy-Agenda widerspiegeln, so etwa wichtige Bedarfsfelder der Green Economy oder auch speziell soziale Innovationen. Die Verleihung müsste entsprechend medial begleitet werden.

Um die Potentiale der Förderung von Innovationsclustern als Hebel für Green Economy-Innovationen voll auszuschöpfen, sind zum einen Möglichkeiten für die **Integration weiterer**

Innovationsthemen der Green Economy in die Clusterförderung zu überprüfen. Innovationen im Bereich der *nachhaltigen Landwirtschaft* beispielsweise könnten von einem clusterbasierten systemischen Innovationsansatz deutlich profitieren. Ein solches Innovationscluster würde zudem ein geeignetes Experimentierfeld darstellen für stärker systemisch ansetzende und eine größere Bandbreite an Akteuren einbeziehende Clusterförderung, beispielsweise mit Partizipation umliegender landwirtschaftlicher Betriebe, Umweltverbände, Gemeinden und Konsumenten.

Die explizite **Fokussierung der Clusterförderung auch auf Bedarfsfelder der Green Economy statt vorrangig auf Technologiefelder** wäre zudem ein weiterer Hebel, um systemische und akteursintegrative Innovationsansätze stärker in die branchenübergreifenden Cluster in Deutschland zu integrieren. So würde ein „*Innovationscluster nachhaltige Mobilität*“ mehr als die heute beispielsweise zu „alternativen Antriebstechnologien“ arbeitenden Cluster zur Verbindung technischer und sozialer Innovationen und damit zur „Co-innovation“ mit Bürgern, Umweltverbänden, Gewerkschaften und Gemeinden einladen.

Aufgrund der geringen Erfahrung mit der Einbindung weiterer gesellschaftlicher Perspektiven jenseits von Industrie und Wissenschaft in clusterbasierte Innovationsprozesse wird empfohlen, **in geeigneten Clustern Pilotprojekte zur „Co-innovation“ von Green Economy-Innovationen mit Nutzergruppen** zu initiieren (s. für Ansatzpunkte und erste Praxismodelle TACTICS 2012). Durch entsprechende Begleit- und Evaluationsforschung können Erfolgsmodelle erarbeitet und in der Folge in weiteren Clustern repliziert werden.

Empfehlungen zu Forschungsthemen

Während Grundlagenwissen zu den Charakteristika, Entstehungs- und Erfolgsbedingungen von Gründungen allgemein bereits existiert, gibt es bislang kaum Forschung zu diesen Fragestellungen explizit in Bezug auf Gründungen für die Green Economy. Auch fehlt nahezu gänzlich Forschung zu geeigneten Rahmenbedingungen, um einerseits nachhaltigkeitsorientierte Gründungen effektiv fördern und ihr Potential als Treiber der Transformation erhöhen zu können und um andererseits allgemeine Gründungen besser auf die Erfordernisse einer Green Economy auszurichten. Eine Forschungsagenda für die Green Economy sollte daher mindestens folgende Kernfragen beinhalten:

- **Welche Bedeutung haben „grüne“ Gründungen für die Transformation hin zur Green Economy?** Was sind die Bedingungen, damit Innovationen von Gründerunternehmen aus der Nische in den Mainstream gelangen? Unter welchen Bedingungen werden Innovationen grüner Pioniere von etablierten Unternehmen aufgegriffen? Bestehende Studien (z. B. Fichter und Clausen 2013) deuten auf eine große Bedeutung „grüner“ Pioniere für die Markteinführung von Grundlageninnovationen hin, unterstreichen aber auch die Bedeutung bestehender größerer Player für die spätere Marktdurchdringung und Diffusion. Die komplexe Dynamik, die grüne Gründungen für die Transformation bewirken, ist noch nicht hinreichend untersucht.
- **Was unterscheidet die Geschäftsmodelle „grüner“ Gründungen von anderen Gründungen?** Wie unterscheidet sich etwa die Motivation nachhaltigkeitsorientierter Gründer/-innen gegenüber denen sonstiger Entrepreneure (Stichwort *mission drive*)? Welche besonderen Finanzierungshürden erwachsen aus den Charakteristika „grüner“ Gründungen? Wie unterscheiden sich die Erfolgsbedingungen gegenüber sonstigen Gründungen?
- **Unter welchen Bedingungen kommen Gründungen zustande, die nicht auf technischen, sondern auf sozialen Innovationen für die Green Economy basieren?**

- **Wie lassen sich die politischen Rahmenbedingungen zur Förderung von Gründungen in der Green Economy weiter verbessern?** Welche Rolle spielen die politischen Rahmendbedingungen für Zahl und Erfolg „grüner“ Gründungen in Deutschland? Bestehende Forschung deutet darauf hin, dass Unternehmensgründungen im Bereich der Green Economy stärker von verlässlichen politischen Rahmenbedingungen im Bereich der Umweltregulierung abhängen als sonstige Gründungen (s. Kap. 3.2.4). Was lässt sich aus der Evaluation nationaler und internationaler Praxisbeispiele über den geeigneten Instrumentenmix in Deutschland lernen? Welche Akteure und Kooperationsmechanismen tragen zu einer effektiven Förderung grüner Gründungen bei?
- **Was sind geeignete politische Rahmenbedingungen, damit die Ziele der Green Economy auch in allgemeinen Gründungen ausreichend Beachtung finden?** Unter welchen Bedingungen öffnen sich Entrepreneure dafür, die *triple bottom line* ökonomischer, ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit in ihr Geschäftsmodell einzubeziehen? Was lässt sich aus der Evaluation nationaler und internationaler Maßnahmen über das geeignete Instrumentarium hierfür in Deutschland lernen?

Eine wichtige Voraussetzung für die Beantwortung dieser Fragenkomplexe ist die **systematische Erfassung statistischer Daten** über grüne Gründungen in Deutschland. Mit dem Aufbau eines „Green Economy Gründungsmonitors“ im Auftrag des BMU sind erste Schritte unternommen worden, um diese Lücke zu schließen.

Auch zu den Erfolgsbedingungen von Innovationsclustern liegen bereits viele Erkenntnisse vor. Fragen zu den besonderen Charakteristika und Erfolgsvoraussetzungen von Clustern zu „grünen“ Innovationen sind allerdings noch kaum beantwortet. Unterschiede lassen sich insbesondere bei Innovationsclustern erwarten, in denen soziale Innovationen sowie Kooperation mit Akteuren außerhalb des Industrie-Wissenschaft-Verbundes eine Rolle spielen bzw. spielen sollten. Als zu schließende Wissenslücken für die Transformationsagenda sind folgende Fragen besonders hervorzuheben:

- **Inwiefern unterscheiden sich Cluster zu Umwelt- und Nachhaltigkeitsinnovationen von anderen Clustern?** Welche Besonderheiten bestehen hinsichtlich ihrer Charakteristika (Prozesse, Akteure etc.)? Inwiefern unterscheiden sich die Faktoren, die für den Erfolg der Cluster entscheidend sind? Unter welchen Bedingungen ist die mangelnde Einbindung weiterer gesellschaftlicher Akteure jenseits von Industrie und Wissenschaft ein Hindernis für den Erfolg der im Cluster entwickelten Innovationen?
- **Was sind erfolgversprechende Ansätze, um weitere gesellschaftliche Stakeholder jenseits von Industrie und Wissenschaft in Innovationscluster einzubinden?** Bei welchen Typen von Clustern sind solche Ansätze empfehlenswert? Unter welchen Bedingungen sind diese Ansätze erfolgreich? Wie lassen sie sich für Cluster in Deutschland fruchtbar machen?
- **Was sind weitere erfolgversprechende Mechanismen für „Co-innovation“ jenseits von Clustern, die eine Einbeziehung von Anwendern und Betroffenen in den Innovationsprozess ermöglichen?** Welche Rolle spielen hierbei webbasierte Kooperationsplattformen? Unter welchen Bedingungen sind Mechanismen der Co-innovation – im physischen oder virtuellen Raum – erfolgreich? Welche Auswirkungen gibt es auf die Akzeptanz und Nutzung der Innovationen?

4.1.3 Förderung von Markteinführung und -entwicklung

Entsprechend der bereits in Kapitel 3.2 vorgenommenen Zuordnung von Themen zu den Handlungsfeldern fokussieren die folgenden Empfehlungen auf die Überwindung von Finanzierungslücken in der Markteinführung und -entwicklung von Green Economy-Innovationen,

die Bereitstellung notwendiger Infrastruktur und die Exportförderung. Empfehlungen zu konsumseitigen Instrumenten, die die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen auf Green Economy-Märkten erhöhen können, werden im Kapitel 4.1.5 zum nachhaltigen Konsum erörtert (z. B. die öffentliche Beschaffung). Empfehlungen zu Ansätzen, die den Markt für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen ausweiten, indem sie die Rahmenbedingungen für den Verkauf weniger nachhaltiger Varianten verschlechtern, finden sich im Kapitel 4.1.4 zur Exportförderung.

Empfehlungen zu Rahmenbedingungen

Für die Markteinführung und –entwicklung von Produkten und Dienstleistungen auf den Märkten der Green Economy ist der Zugang zu Kapital nach wie vor eine der großen Hürden, gerade wenn es sich um neu gegründete Unternehmen oder KMU handelt. Der *Staat als Kapitalgeber* sollte daher zum einen die **staatlichen Förderketten** für einzelne Branchen und Produkte dahingehend überprüfen, ob sie auch die Markteinführungs- und Diffusionsphasen der für die Green Economy-Transformation besonders bedeutenden Innovationen ausreichend abdecken. Zum anderen sollte geprüft werden, ob eine **zentrale Informations- und Beratungsstelle zu Förderprogrammen und Geschäftsmodellen auf Märkten der Green Economy** die Informationsversorgung und Unterstützung von KMUs und Gründern signifikant verbessern kann. Eine solche Stelle oder Plattform sollte Informationen zu Förderprogrammen auf EU-, Bundes- und Länderebene bündeln und insbesondere Beratung für KMU anbieten.

Gleichzeitig ist es sinnvoll, verstärkt *privates Kapital für Green Economy - Produkte und - Dienstleistungen* zu aktivieren, sowohl von institutionellen Anlegern als auch von Privatanlegern. Hierzu bedarf es insbesondere an **Maßnahmen, um das Investitionsrisiko zu verringern und Renditechancen zu erhöhen**. Eines der größten Investitionshemmnisse, die zu geringer Erwartungssicherheit bei den politischen Rahmenbedingungen (s. z. B. WBGU 2012b; BMBF und BMU 2012b), kann nur **durch verbindliche und verlässliche transformationspolitische Rahmenbedingungen für Green Economy-Märkte** beseitigt werden (s. auch Kap. 4.1.6). Hierzu gehört sicherzustellen, dass für gezielt zu fördernde Green Economy - Technologien, wo relevant, **Erwartungssicherheit über den Auf- bzw. Ausbau notwendiger Infrastrukturen** geschaffen wird.

Neben diesen Ansätzen sind Maßnahmen auszubauen, die das Wissen seitens der Investoren zu „grünen“ Technologien und Geschäftsmodellen verbessern, damit Renditechancen und -risiken angemessener bewertet werden. Insbesondere besteht hier Ausbaubedarf beim Angebot an **Dialogformaten und Austauschplattformen zwischen grünen Unternehmen und Investoren**. So könnten Räume für „grüne“ Branchenzweige im Rahmen von Branchenmessen stärker gefördert werden, wie sie beispielsweise in 2012 durch den Launch der IndustrialGreenTec auf der Hannover Messe geöffnet wurden. Diese ließen sich durch Veranstaltungsmo-date erweitern, die den Dialog und die Vernetzung zwischen Unternehmen und Investoren anregen, so etwa durch parallele Workshops zu Finanzierungshemmnissen und -lösungsoptionen für Green Economy-Branchen. In diesen Kontext gehört auch, „grüne“ Gründerinnen und Gründer durch Schulungen auf den Umgang mit Investoren vorzubereiten.

Verschiedene **exportorientierte Maßnahmen** können ebenfalls dazu dienen, den Markteintritt von Green Economy-Technologien und -Dienstleistungen zu fördern. Eine wichtige Verbesserung in diesem Bereich wäre die Schaffung eines **Export-Promotion-Desk für Green Economy-Produkte**, das die Aufgabe hat, aktuelles Wissen zu Exportmärkten der Innovationen für das gesamte AHK- und IHK-Netzwerk zu managen und die auf Green Economy Innovationen spezialisierten Mitarbeiter der AHKs und IHKs zu koordinieren (Kahlenborn, Agster, Wörlen et al. 2010). Neben einem solchen Desk wäre es sinnvoll, dass künftig **Export Business Angels** individuelle Beratung für Unternehmen im Bereich der Green Eco-

nomy bereitstellen, um sie bei der Erschließung von Exportmärkten zu unterstützen. Schließlich ließe sich prüfen, ob das erfolgreiche Instrument der **Exportinitiativen** (z. B. Exportinitiative erneuerbare Energien, Exportinitiative Energieeffizienz etc.) auf weitere Märkte der Green Economy mit hohem Exportpotential ausgeweitet werden sollte, beispielsweise das Feld der nachhaltigen Mobilität. Auch ist zu empfehlen, künftig die **langfristige, länderbezogene Planung politischer Maßnahmen zur Erschließung von Green Economy - Exportmärkten** deutlich zu stärken. Spezialisierte „**Green Economy - Teams**“ in den **Botschaften** in potentiellen Exportländern könnten die Umsetzung solcher strategischer Ansätze voranbringen (ibid.).

Empfehlungen zu Forschungsthemen

Im Kontext der hier behandelten Aspekte der Markteinführung und Diffusion von Green Economy-Innovationen wird empfohlen, in die Forschungs- und Innovationspolitik folgende neue bzw. stark zu erweiternde Fokusthemen aufzunehmen:

- **Forschungsprogramm zur Rolle der Finanzwirtschaft bei der Finanzierung einer Green Economy:** Die Herausforderungen im hier betrachteten Handlungsfeld bekräftigen die bereits im Kontext des Bedarfsfelds Green Services geäußerte Empfehlung, das Potenzial eines neuen Förderprogramms zur Rolle der Finanzwirtschaft in der Finanzierung einer Green Economy zu prüfen (s. Kap. 4.1.1).
- **Aufbau einer strategischen Foresight-Analyse zu internationalen Marktentwicklungen für Green Economy-Lösungen.** Bislang existieren keine umfassenden Daten zu den zu erwartenden Entwicklungen auf den Märkten der Green Economy. Dieses Problem war auch in den Untersuchungen für das Arbeitspaket 1 dieser Studie deutlich wahrzunehmen (s. Kap. 2.1). Akkurates und regelmäßig aktualisiertes Wissen über zukünftige Marktpotentiale für deutsche Unternehmen auf internationalen Märkten der Green Economy würde die Grundlage schaffen, die Potentiale einer strategischen Exportförderung voll auszuschöpfen und First-Mover-Advantages deutscher Unternehmen in neuen Märkten zu realisieren. Als Basis hierfür wären zunächst eine vollständige und abgrenzungsscharfe, zugleich aber für neue Entwicklungen offene Klassifizierung der Märkte einer Green Economy zu erarbeiten sowie die entsprechenden Instrumente zu entwerfen, um die reale Entwicklung der Märkte statistisch zu erfassen. Die Ergebnisse wären entsprechend auch in der der Forschungs- sowie der Gründungs- und Clusterförderung aufzugreifen.
- **Entwicklung eines umfassenden Zukunftsszenarios für die Infrastruktur einer Green Economy in Deutschland.** Ausgehend von diesem Szenario ließen sich Entscheidungen ableiten zur technischen Ausgestaltung, räumlichen Anordnung und zeitlichen Planung der im Kontext der Green Economy-Transformation notwendigen Infrastrukturoptionen in den verschiedenen Bedarfsfeldern, z. B. Energie, Mobilität, Wasser- und Abwasserversorgung sowie Landwirtschaft. So könnten Synergien zwischen Infrastrukturmaßnahmen in verschiedenen Teilbereichen der Transformation umfassend identifiziert und ausgeschöpft werden, wie sie aktuell bereits beispielsweise für die Integration vom Infrastrukturausbau für erneuerbare Energien und Batterieladestationen erforscht werden. Ebenso ließen sich auf dieser Basis Konflikte sowie Umbaubebedarfe oder gar Kehrtwenden beim Infrastrukturausbau vermeiden. Laufende infrastrukturorientierte Forschungs- und Umsetzungsprogramme wären in Hinblick auf ihre Kohärenz mit den Langfristszenarien zu prüfen.

4.1.4 Exitförderung

Empfehlungen zu Rahmenbedingungen

Soll die Transformation zur Green Economy gelingen, müssen bestimmte Branchen aufgebaut und andere grundlegend um- oder auch zurückgebaut werden. Für eine erfolgreiche

Transformationspolitik ist es deswegen entscheidend, dass **Exitstrategien für einzelne Sektoren** entwickelt werden.

Diskussionen zu Exitpolitiken sind in Deutschland schwierig, da es sich um eine Form sektorbezogener Industriepolitik handelt, die dem vorherrschenden Ansatz marktneutraler Wirtschaftspolitik widerspricht. Ausgangspunkt deutscher Wirtschaftspolitik ist traditionell die Annahme, dass der Markt besser als der Staat Entwicklungen voraussehen und gestalten kann. Die bereits begonnene Entwicklung hin zu einer Green Economy und die damit verbundenen Maßnahmen sektoraler Industriepolitik (z. B. die einzelnen Exportinitiativen) haben allerdings gezeigt, dass sektorale Ansätze in der Wirtschaftspolitik in Teilbereichen durchaus erfolgreich sein können. Es scheint daher an der Zeit, im Zuge der Transformation zu einer Green Economy pragmatischer mit marktintervenierenden Ansätzen der Wirtschaftspolitik umzugehen.

Bei der **Eruierung, welche Branchen betroffen sind und beim Exit unterstützt werden sollten**, ist zuerst einmal die Forschung gefragt (s.u. für Empfehlungen zu den Forschungsfragen). Mögliche betroffene Branchen sind z. B. Teile der Energiewirtschaft, die konventionelle Landwirtschaft und Teile der Chemie- und der Grundstoffindustrie. Für betroffene Sektoren sollten **Strategien zur Unterstützung des Exits** entwickelt werden. Gerade hier ist auch ein partizipatives Vorgehen notwendig.

Teil der Formulierung von Exitstrategien sollte auch die Entwicklung **regionaler Strategien für die Abfederung negativer sozialer Folgen** der Umstrukturierung sein. Diese sollten unter anderem die Gestaltung neuer, nachhaltiger Beschäftigungsfelder in der Region und gezielte Umqualifizierungsangebote beinhalten. Die Bundesebene könnte diese Strategieprozesse durch Maßnahmen zur Vernetzung, Erfahrungsauswertung und good-practice-Diffusion unterstützen.

Eine konsequente Exitpolitik muss neben den Maßnahmen auf sektoraler Ebene auch gesamtwirtschaftlich ansetzen. Hier ist die oft schon formulierte Forderung der **Internalisierung externer ökologischer und sozialer Kosten von Produktion, Produkten und Dienstleistungen** zu nennen. Schon lange in der Diskussion stehend, sind Empfehlungen zur Instrumentenwahl und prioritäre Handlungsbereiche bereits vielfach erarbeitet, so zuletzt umfassend durch den SRU (SRU 2012: Kap. 2-5). Diese wurden bislang aber nur in geringem Maße auch in die Tat umgesetzt. Der Sachverständigenrat sieht insbesondere in den Bereichen Lebensmittelpreise, Güter- und Individualverkehr sowie Rohstoffgewinnung Handlungsbedarf für politische Maßnahmen zur Kosteninternalisierung durch entsprechende Besteuerung, Abgaben oder marktbasierende Instrumente wie handelbare Zertifikatssysteme (SRU 2012: Kap. 2-5). Auch ein **Fahrplan zum schrittweisen Abbau umweltschädlicher Subventionen**, die zur Externalisierung ökologischer Kosten beitragen (s. für Empfehlungen auch Bär, Jacob, Meyer et al. 2011b), fehlt bislang.

Ein weiteres Element einer umfassenden Exitpolitik könnten **Maßnahmen zur Erhöhung der Flexibilität einzelner Betriebe im Umgang mit Transformationsanforderungen** sein. Dies ließe sich ggf. auch in bestehende staatliche Ansätze zur Förderung von CSR in Unternehmen integrieren. Die Parallelen beider Prozesse sind offensichtlich. Bislang werden CSR-Förderpolitiken jedoch nur wenig als Mittel konzipiert und kommuniziert, um die Anpassungskraft der Unternehmen für den anstehenden Transformationsprozess zu erhöhen.

Empfehlungen zu Forschungsthemen

Die Forschung zur Green Economy-Transformation fokussiert bisher auf besonders zukunftsfähige Branchen und Technologien („Leitmärkte“). Im Kontext der Exitförderung existiert Wissen zwar zu einzelnen Unterthemen, so zu den Umweltwirkungen einzelner Produkte. Umfassende Exitprozesse im Kontext der Transformation werden allerdings noch kaum

systematisch erforscht. Vor diesem Hintergrund ist zu überlegen, einen **eigenständigen Forschungsschwerpunkt einzurichten, der sich ausschließlich mit der Ausgestaltung und Unterstützung systematischer Exitprozesse beschäftigt**. Mögliche Inhalte wären:

- **Eine systematische Analyse jener Bereiche, die negativ von der Green Economy - Transformation betroffen sind:**
 - **Welche Exit-Notwendigkeiten bestehen im Rahmen der Green Economy-Transformation in Deutschland?** Für welche Branchen, Unternehmenstypen, Technologien, Verhaltensweisen und Qualifikationen wird ein Exit notwendig? Wie sind die Exit-Notwendigkeiten im Rahmen einer Exitstrategie zu priorisieren?
 - **Welche Zeitrahmen, Stufen und Geschwindigkeiten wird der Exitprozess in den potentiell betroffenen Sektoren haben?** Welche Möglichkeiten bestehen für einen Umbau in Richtung alternativer Märkte, wo ist ein Abbau zu erwarten? Wie kann mit dem Abbau im jeweiligen Sektor umgegangen werden?
 - **Welche wirtschaftlichen und sozialen Implikationen hat das Verschwinden oder langsame Wegbrechen dieser Branchen?** Welche Auswirkungen auf Lieferantenketten und Produktionsprozesse anderer Branchen sind zu erwarten? Welche Auswirkungen sind auf den Arbeitsmärkten zu erwarten? Welche umweltbezogenen Auswirkungen sind zu beachten?
- **Eine Erforschung der Einflussfaktoren auf Strukturwandelprozesse:** Welche Faktoren haben bei vergleichbaren Strukturwandelprozessen in Deutschland und international zu einem wirtschaftlich und sozial verträglichen Umbau beigetragen? Inwiefern sind internationale Erfahrungen auf den Transformationsprozess hin zur Green Economy übertragbar? Welche Rolle spielen übergeordnete Politikmaßnahmen (Einpriestung externer Kosten) bei der Ausgestaltung der Strukturwandelprozesse und wie sind hier Instrumente sinnvoll zu konzipieren?
- **Forschung zur Flexibilisierung von Unternehmen:** Was befähigt einzelne Unternehmen langfristigen Strukturwandel zu antizipieren? Wie können unternehmerische Leitbilder entsprechend beeinflusst werden? Wie lassen sich bestehende umwelt- und sozialbezogene Strategieprozesse in Unternehmen (Stichwort auch CSR-Politiken) nutzen, um den notwendigen gesamtwirtschaftlichen Transformationsprozess in Unternehmen hineinzutragen?

4.1.5 Förderung von Werte- und Verhaltenswandel im Konsum

Empfehlungen zu Rahmenbedingungen

Zur Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen im Bereich des nachhaltigen Konsums sind **bestehende Maßnahmen und Politiken in Hinblick auf die Frage zu überprüfen, inwieweit sie auf der Annahme eines „mündigen Verbrauchers“ fußen**, der allein aufgrund eines (gewachsenen) Nachhaltigkeitsbewusstseins auch nachhaltig konsumiert. Bei der Formulierung dieser Politiken sollten künftig verstärkt die Erkenntnisse der Umweltpsychologie und der Verhaltensökonomik einfließen. Wo nicht nur ein Wertewandel angestrebt wird, sondern ein tatsächlicher Verhaltenswandel, sind z. B. reine Informationskampagnen vergleichsweise ineffektiv. Ihre Zahl ließe sich reduzieren und ihr Fokus sollte eher auf der Initiierung von Wertewandel liegen. Die **Förderung nachhaltiger Konsummuster** muss stattdessen **am realen Entscheidungsverhalten ansetzen** und auf den potentiellen Interventionsmöglichkeiten zur Veränderung von Konsumententscheidungen aufbauen. Diese Interventionsmöglichkeiten variieren stark und müssen je nach Sachlage identifiziert werden. Zu solchen Maßnahmen zählt beispielsweise, **nachhaltige Varianten von Produkten und**

Dienstleistungen als Default-Option vorzusehen, so etwa durch Vereinbarungen mit der Industrie, die jeweils nachhaltigste Produkteinstellung als Werkseinstellung wählen.

Ferner sind bestehende **Rahmenbedingungen für Konsumententscheidungen systematisch zu identifizieren und zu verändern, die nicht-nachhaltige Verhaltensmuster gegenüber nachhaltigen Alternativen attraktiver machen**, so etwa im Fall der Pendlerpau-schale (s. auch die Erörterungen zum Abbau umweltschädlicher Subventionen, Kap. 4.2.4).

Parallel sollten **Maßnahmen zur Förderung des nachhaltigen Konsums bei kollektiven Akteuren wie Unternehmen, Verbänden oder Universitäten ausgeweitet** werden. Ein konkreter Schritt könnte darin bestehen, **den Dialogprozess nachhaltiger Konsum um gemeinsame Umsetzungsprojekte zu erweitern**. Der Dialogprozess bietet einen geeigneten Rahmen, um Projekte der beteiligten Akteursgruppen zu begleiten, Erfahrungen vergleichend auszuwerten, basierend hierauf weitere Unterstützungsformate zu entwickeln und good practice-Ansätze zu erarbeiten. In diesen Kontext gehören auch Initiativen zur Stärkung des in Deutschland verfügbaren **Beratungsangebots für nachhaltige Konsumententscheidungen in Organisationen**.

Soziale Innovationen erfahren bereits eine hohe Dynamik, ihre Entwicklung und Diffusion kann aber deutlich mehr als bisher durch staatliche Initiativen unterstützt werden. Die geeignete **Unterstützungsstrategie** hängt hierbei von der Art der sozialen Innovation ab. Zum einen existieren Innovationen, die innerhalb der bestehenden Konsum- und Lebensmodelle nachhaltige Alternativen bieten. Vorrangig sind hier Formen der „*Collaborative Consumption*“ wie das Car Sharing zu nennen, die auf auch monetär „lohnenden“ Geschäftsmodellen beruhen. Diese Formen von sozialen Innovationen lassen sich staatlicherseits recht gut unterstützen. Darüber hinaus existieren vielerorts *soziale Innovationen, die sich bewusst von dem konsumbasierten Wohlstandsmodell distanzieren*. Diese Formen der sozialen Innovationen sind ein nicht zu unterschätzendes Standbein für die Green Economy. Da sie aber einen weitreichenden Wandel in Wertvorstellungen und Lebensmodellen zur Voraussetzung haben, sind klassische staatliche Förderinstrumente nur begrenzt wirksam. Geeignete Unterstützungsstrategien müssen hier in erster Linie auf die **Sammlung und Sichtbarmachung alternativer Lebensstilmodelle** fokussieren, um jene Innovationen zu identifizieren, die auch in größerem Rahmen replizierbar sind. Für die Unterstützung beider Typen von sozialen Innovationen wird zudem das Potential bislang zu wenig genutzt, **mit strategischen Partnern zusammenzuarbeiten**, wie z. B. den Kirchen.

Im Bereich der öffentlichen Beschaffung sind schon erhebliche Fortschritte in Richtung auf eine umweltfreundliche Beschaffung gemacht worden. Zwar kann sich Deutschland hier nur bedingt als internationaler Vorreiter ausweisen, doch werden die Instrumente konstant ausgebaut, um den Potentialen zur Förderung einer Green Economy gerecht zu werden. Dies gilt jedoch nicht für den Bereich der innovationsorientierten Beschaffung und damit speziell auch der Förderung von Umweltinnovationen. Hier existieren zwar erste Ansätze, diese haben aber noch geringe Tragkraft. Ein **nationaler Aktionsplan für eine innovationsorientierte Beschaffung** fehlt bislang und die Verankerung des Instruments in der High-Tech-Strategie schlägt sich noch nicht in einer deutlich breiteren Nutzung nieder (vgl. Kapitel 3.2.7). Der **Einsatz richtungsweisender Instrumente** in diesem Bereich wie z. B. Small Business Innovation Research (SBIR)-Programme, Innovative Forerunner Networks oder das forward commitment procurement (vgl. Kahlenborn, Moser, Frijdal et al. 2011: Annex III) steht bisher aus.

Empfehlungen zu Forschungsthemen

Die Forschung im Bereich nachhaltiger Konsum wird bereits seit Jahren intensiv betrieben, auch als Bestandteil von BMBF-Programmen. Um die oben benannten Interventionsmöglichkeiten für die Initiierung und Durchsetzung nachhaltiger Konsummuster zu identifizieren, sind

gleichwohl weitere umfangreiche Forschungsanstrengungen nötig. Themen sollten hier u.a. sein:

- **Determinanten des Konsumverhaltens von Individuen und Lebensgemeinschaften** („Anomalien“ und deren Ausbeutung durch das Marketing, Möglichkeiten und Grenzen des Konsumlernens, Entstehung von Konsumroutinen) sowie Herausbildung und Veränderung von Konsummustern;
- **Identifikation und Analyse wachstumstreibender Problemfelder** (Nichtsättigung, Defensivkonsum etc.);
- **Identifizierung, Erschließung und Optimierung von staatlichen Interventionsmöglichkeiten mit Blick auf Konsumententscheidungen** (systematischer Ausbau „innovativer Anreizmechanismen“ entsprechend des aktuellen gleichnamigen BMU/UBA-Vorhabens);
- **Diffusion nachhaltiger Konsumprofile** (Aktivitätsfelder für change agents, Erreichen der kritischen Masse für eine selbsttragende Ausbreitungsdynamik; Etablierung von „Green Defaults“, grünem Anspruchsniveau und Referenzpunkten; Unterschiede in der erwartbaren Ausbreitungsdynamik in den verschiedenen Konsumbereichen)

Im Bereich der **sozialen Innovationen** sind wichtige Bereiche für die Forschungsförderung u.a.:

- **eine systematische Erfassung bestehender Projekte im nationalen und internationalen Kontext** und die Analyse der Erfolgsbedingungen für ihr Entstehen / ihr Funktionieren;
- **eine „Innovationstransferforschung“ für soziale Innovationen**, die systematisch analysiert und evaluiert, welche sozialen Innovationen auch in der breiten Masse replizierbar sind.

Grundsätzlich sollte ferner im Rahmen der Forschungsförderung darauf abgezielt werden, die **öffentliche Beschaffung und ihre Potentiale stärker zu erschließen**. Instrumente in der oben bereits genannten Art (foreward commitment procedure etc.) sollten auch in eine Green Economy-Forschungspolitik des BMBF einfließen.

4.1.6 Transformations-Governance

Empfehlungen zu Rahmenbedingungen

In vielen Bereichen hat Deutschland bereits Erfolge in der Transformation hin zu einer Green Economy vorzuweisen. Insbesondere im Bereich der Energiewende gilt Deutschland als internationaler Vorreiter. Die Erfahrungen der Energiewende zeigen aber auch: Selbst bei Transformationsvorhaben, die bereits auf einem relativ hohen Grundkonsens beruhen, bestehen noch erheblicher Diskussionsbedarf und diverse Widerstände. Der Transformationsprozess ist also keineswegs ein Selbstläufer.

Wichtig für eine erfolgreiche Gestaltung des Transformationsprozesses ist zuvorderst eine **klare, motivierende Botschaft für die Transformation hin zur Green Economy** – eine Botschaft, die nicht nur Fachkreise erreicht, sondern die breite Öffentlichkeit. Die Transformation zur Green Economy darf nicht ein abgehobener, auf politischer und wissenschaftlicher Ebene vollzogener, abstrakter Diskurs bleiben, sondern sie muss als aktivierende und orientierende Vision bei den Menschen im ganzen Land ankommen. Der geeigneten **Kommunikation des Transformationsprozesses** kommt damit eine **Schlüsselrolle** zu.

Mit Blick auf die angemahnten Steuerungsprobleme im Transformationsprozess sollte die deutsche **Nachhaltigkeitsstrategie** eine stärkere Rolle spielen. Mit ihrem umfassenden Indikatorenset sind erste, wichtige Voraussetzungen für eine Steuerungsrolle gegeben. Die

Nachhaltigkeitsstrategie muss aber - ganz im Sinne des letzten peer reviews (Stigson, Babu, Bordewijk et al. 2009) - den Transformationsprozess stärker aufgreifen und handlungsleitend abbilden. Gleichzeitig bedarf es des schon vom Nachhaltigkeitsrat selbst angemahnten Ausbaus der Nachhaltigkeitsstrategie nicht nur als Monitoring-Instrument, sondern eben auch als Steuerungsinstrument.

Insgesamt ist die notwendige **Transformations-Governance** aber weniger in Form einer zentralen Gesamtsteuerung denn **als Mechanismus zu verstehen, der sicherstellt, dass Entwicklungen in den verschiedenen Handlungsfeldern der Transformationspolitik in die gleiche Richtung gehen**. Die Transformation spielt sich in verschiedensten Prozessen und in zahlreichen Arenen ab, auf Bundes-, Länder- und kommunaler Ebene, vom Innovationssystem über das Produktionssystem hin zu Konsum- und Lebensstilen. Die entsprechenden Politiken zur Unterstützung der Transformation (s. Kap. 2.2, Kap. 3.2 und die vorangegangenen Abschnitte) sind daher äußerst vielfältig, komplex, zeitlich gestreut und von unterschiedlichsten nationalen und föderalen Institutionen getragen. Mechanismen der Transformations-Governance sollten vorrangig darauf abzielen, sicherzustellen, dass die verschiedenen Dynamiken in Richtung der Green Economy gehen. Dies betrifft nicht zuletzt auch Inkohärenzen in der Ausrichtung von Fachpolitiken der einzelnen Bundesressorts. Hierbei geht es vorrangig nicht um die Entwicklung weiterer Instrumente, sondern um die effektivere Nutzung bestehender Instrumente und Mechanismen (z. B. Fortschrittsbericht, Gesetzesfolgenabschätzung, Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung etc.).

Klare und verbindliche Zielsetzungen, Meilensteine für deren Erreichung und entsprechende Maßnahmenpläne sind dann im Rahmen einzelner Felder der Transformation zu entwickeln, wie auch bereits z. B. bei der Energiewende praktiziert. Das Instrument des **kooperativen Roadmappings** mit relevanten Stakeholdern, im Rahmen des Projektes „MaRess - Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ bereits erprobt (s. Behrendt, Fichter, Clausen et al. 2010), könnte hierfür ein geeigneter Ansatz sein. So wurden im Rahmen von MaRess gemeinsam mit Branchen-, Unternehmens-, Verbraucher- und Wissenschaftsvertretern und -vertreterinnen in einem mehrstufigen Prozess detaillierte Roadmaps für die Material- und Ressourcenschonung in den Bereichen PV und arbeitsplatzbezogene Computerlösungen erarbeitet.

Des Weiteren sind **lokale und regionale Transformationsprojekte für die Green Economy** stärker zu fördern. Bereits heute sind innovative systemische und partizipative Transformationsexperimente insbesondere auf Ebene einzelner Städte und Kommunen zu beobachten (s. für einen Überblick Difu 2011). Für die Replizierung dieser Erfahrungen ist es notwendig, die Rolle der **Bundesebene als Koordinations-, Vernetzungs- und Diffusionsinstanz** auszubauen, Austauschplattformen zu schaffen, lokale Erfahrungen zu bündeln und zu evaluieren und Transferprojekte zu unterstützen.

Um ein „Kurshalten“ hin zur Green Economy in allen Feldern der Transformation sicherzustellen, müssen **Monitoring und Evaluation und Adaption ein zentraler Bestandteil der Transformations-Governance** sein. Die Energiewende wird bereits durch einen intensiven Monitoring- und Evaluationsprozess begleitet, insgesamt aber wird die regelmäßige Überprüfung und Evaluation von Fortschritten in der deutschen Politikgestaltung bisher zu wenig betrieben. Für eine erfolgreiche Governance der Transformation muss es *in allen Feldern der Transformation ein enges Monitoring* der Entwicklung hin zur Green Economy geben und die Fortschritte müssen regelmäßig *im Lichte der gesetzten Ziele evaluiert* werden. Schließlich ist sicherzustellen, dass aus der Evaluation zwingend auch Maßnahmen folgen. Dies ist verbunden mit der in Abschnitt 3.2.8 erwähnten Gestaltung des **Transformationsprozesses als gemeinsamem Lernprozess**. Die Transformation hin zur Green Economy bedeutet hier auch einen politischen Kulturwandel.

Empfehlungen zu Forschungsthemen

Mit Blick auf eine effektive Transformations-Governance sind folgende Empfehlungen an die Forschungs- und Innovationspolitik hervorzuheben:

- **Mainstreaming der Zielstellung „Green Economy“ in allen Forschungsprogrammen.** Eine ernstgemeinte Transformations-Governance bedeutet, dass das politische Instrumentarium in allen Handlungsfeldern dahingehend überprüft werden muss, ob es tatsächlich diejenigen Prozesse fördert, die in Richtung Green Economy weisen. Dies gilt auch für die Forschungs- und Innovationspolitik: *Bestehende Programme sind im Lichte der Zielsetzung „Green Economy“ kritisch zu überprüfen*, beispielhaft sei hier die weiterhin geförderte Kernfusionsforschung genannt; *in zukünftigen Programmen müsste die Kohärenz mit dem Ziel „Transformation hin zur Green Economy“ explizit sichergestellt werden*.
- **Ausbau der Transformationsforschung.** Die Forschung zu den Charakteristika und Erfolgsbedingungen von Transformationsprozessen im Kontext der Nachhaltigkeit zeigt zwar in den vergangenen Jahren eine hohe Dynamik (s. für wichtige Beiträge Kap. 3.2.1), bildet insgesamt aber noch eine Forschungsnische. Erste Modelle für die politische Steuerung der Transformation wurden entwickelt und empirisch getestet (Stichwort „transition management“, z. B. Loorbach 2007). In Bezug auf Deutschland gibt es bislang aber nur sehr wenige Beiträge sowohl an allgemeiner als auch an policy-orientierter Transformationsforschung. Um diese Lücken zu schließen, bedarf es
 - zum einen einer **verstärkten Analyse nationaler und internationaler Erfahrungen mit Transformationsprozessen** im Kontext der Nachhaltigkeit und Green Economy, z. B. dem „transition management“ in den Niederlanden, aber auch von Erfahrungen in Deutschland wie die 100% Erneuerbare Energien-Regionen;
 - zum anderen einer stark ausgebauten **Evaluations- und Begleitforschung von laufenden Transformationsprojekten** (das gewonnene Know-how ist auch bedeutsam für andere Länder, die analoge Wandlungsprozesse anstoßen und durchführen möchten);
 - und schließlich einer **stärkeren Einbeziehung lokaler bottom-up Transformationen** in die Forschung. Diese sind bislang weder systematisch erfasst noch hinsichtlich ihrer Entstehungs- und Erfolgsbedingungen ausreichend analysiert. Auch Forschung zu geeigneten Politikinstrumenten, um diese Dynamiken zu unterstützen und zu replizieren, steht bislang weitgehend aus (s. auch 4.1.5).

4.2 Übergreifende Empfehlungen für die Forschungs- und Innovationspolitik

Die Technologie- und Innovationsförderung gehört zu den expliziten Stärken des deutschen Forschungs- und Innovationssystems (vgl. dazu Kapitel 3.2.2). So greift die Hightech-Strategie der Bundesregierung in ihren jeweiligen Teilgebieten (Zukunftsprojekte, Bedarfssfelder, Schlüsseltechnologien, Querschnittsförderung, Rahmenbedingungen)⁸⁸ bereits zahlreiche wichtige Technologien und Forschungsthemen für die Green Economy auf. Auch im BMBF-Rahmenprogramm FONA, der nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030, dem Pakt für Forschung und Innovation oder WING (Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft) wird an innovativen Lösungen geforscht, die zu den Leitmärkten der Green Economy gehören. Die Analysen in Kapitel 2 und 3 zeigen aber, dass die aktuelle Forschungs- und Innovationsförderung mit Blick auf die Transformation zu einer Green Economy noch eine Reihe von Defiziten und Lücken aufweist. Diese betreffen zwei grundlegende Verbesserungsbedarfe, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

1. Sowohl die Forschungs- und Innovationsförderung im Bereich der **Schlüsseltechnologien** als auch die Querschnittsförderung im Rahmen der Hightech-Strategie sollten **noch expliziter als bislang an Zielen der Green Economy ausgerichtet werden**.
2. **Wichtige Herausforderungen, Technologien und Themen** der Transformation zu einer Green Economy (vgl. dazu Kapitel 2 und 3) sind bislang **nicht hinreichend** in der Forschungs- und Innovationsförderung von BMBF und Bundesregierung **verankert**.

Ergänzend zu den Empfehlungen zu Forschungsthemen und Rahmenbedingungen, die in Bezug auf die einzelnen politischen Interventionsfelder formuliert wurden (vgl. Kapitel 4.1), gibt es aus Sicht einer Transformation zu einer Green Economy auch eine Reihe von übergreifenden Empfehlungen für die Forschungs- und Innovationspolitik, die im Folgenden vorgestellt werden.

- **Verstärkte Erforschung nicht-technischer Fragestellungen** der Transformation zur Green Economy: Die sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Nachhaltigkeitsforschung spielt im Rahmen von FONA bereits eine wichtige Rolle. Hier werden nicht-technische Fragestellungen behandelt bzw. technische und sozialökologische Fragestellungen verknüpft. Auch sind im Rahmen der Hightech-Strategie über einzelne Bedarfssfelder und Schlüsseltechnologiebereiche hinaus querschnittsbezogene Förderansätze und umfassende „Zukunftsprojekte“ integriert. Hier kann bei der zukünftigen Forschungsförderung für eine Green Economy angesetzt werden. Eine verstärkte Erforschung nicht-technischer Fragestellungen umfasst u.a. die Erforschung „grüner“ Gründungen, Fragen der verstärkten Ausrichtung der Gründungsförderung auf „grüne“ Leitmärkte oder zusätzliche und besser sichtbare Spitzencluster der Green Economy (vgl. 4.1.2), neue Ansätze der Förderung von Marktentwicklung und Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen (vgl. 4.1.3), die verstärkte Erforschung von Erfolgsfaktoren der Exit- und Exnovationsförderung (vgl. 4.1.4), eine vertiefende Untersuchung von Werte- und Kulturwandel für Nachhaltigkeit (vgl. 4.1.5) sowie grundlegende Fragen der Transformations-Governance (vgl. 4.1.6).
- **Verstärkte Verknüpfung von technischen und sozialökologischen Fragestellungen** insbesondere in den Förderschwerpunkten für Schlüsseltechnologien. Bereits heute werden in einzelnen Förderschwerpunkten technische und sozialökologische Fragestellungen

⁸⁸ Vgl. <http://www.hightech-strategie.de/index.php> (Zugriff vom 05.02.2013).

explizit verknüpft (z. B. im SÖF-Themenschwerpunkt „Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems“). Diese Art von Förderansätzen sollten ausgeweitet und verstärkt werden, da erfolgreiche Transformationsanstrengungen in Richtung einer Green Economy eine systemische und inter- und transdisziplinäre Herangehensweise unter Integration technischer und sozialökologischer Fragen erfordern. Mögliche methodische Ansätze dafür sind Konzepte der Nutzerintegration in die Technologieentwicklung und -erprobung wie z. B. Living labs.

- **Ausweitung der Diffusionsforschung:** Neben der Frage, wie umweltentlastende Produkt- und Serviceinnovationen erfolgreich entwickelt und am Markt eingeführt werden können, kommt es für die Realisierung einer Green Economy auch darauf an, dass diese „grünen“ Innovationen eine schnelle und nachhaltige Verbreitung finden und bisherige nicht-nachhaltige Technologien und Verhaltensweisen verdrängen. „Grüne“ Innovationen sind demnach eine notwendige, aber noch keine hinreichende Bedingung für eine Green Economy. Die Diffusionsforschung sollte daher ausgeweitet werden. Neben einem möglichen eigenständigen Förderschwerpunkt zu „Diffusionsstrategien für die Green Economy“ sollten diffusionsrelevante Fragestellungen auch in den Schlüsseltechnologie-Feldern und der Querschnittsförderung verstärkt aufgegriffen werden. Nachhaltig erfolgreiche Diffusionsstrategien verlangen insbesondere auch begleitende Nachhaltigkeitsmonitoringprozesse. Diese sind daher explizit zu berücksichtigen.
- **Ausweitung der Exnovations- und Exitforschung:** Erfolgreiche Transformationsstrategien für die Green Economy setzen nicht nur technische, soziale und institutionelle Innovationen und ihre Verbreitung voraus, sondern sind auch darauf angewiesen, dass nicht-nachhaltige Technologien, Produkte und Verhaltensweisen beendet werden. Über die bereits in Unterkapitel 4.1.4 formulierten Empfehlungen gilt es Aspekte der Exnovation und Exitförderung verstärkt in der Forschungs- und Innovationspolitik zu verankern.
- **Weitere Verbesserung der Koordination innovationsrelevanter Förderfelder:** Erfolgreiche Transformationsstrategien sind auf die genaue Abstimmung verschiedener Interventionsfelder (vgl. Unterkapitel 4.1) und Förderansätze unterschiedlicher Ministerien und Ebenen angewiesen. Insbesondere an der Schnittstelle von Technologieförderung, Gründungsförderung und (regionaler) Wirtschaftsklusterförderung bestehen noch Verbesserungspotenziale. Ziel ist die Überwindung des förderpolitischen „valley of death“ und der in vielen Bereichen noch bestehenden „Lücke im Innovationssystem“ zwischen Prototypenstadium und erster Kleinserienfertigung im Übergang zur breiten Marktdiffusion.
- **Entwicklung expliziter Zukunftsprojekte für die Green Economy:** In Ergänzung der zehn bereits formulierten „Zukunftsprojekte“ in der Hightech-Strategie sollten ein oder zwei zusätzliche Zukunftsprojekte entwickelt werden, die sich explizit auf wichtige Lösungs- oder Anwendungsfelder einer Green Economy beziehen. Z. B. könnte ein zusätzliches **Zukunftsprojekt „Grünes Internet / Green Digital“** Aufmerksamkeit für ein wichtiges Transformationsfeld der Green Economy erzeugen.
- **Verstärkte Erforschung von Geschäftsmodellen für „grüne“ Produkte und Dienstleistungen.** Wie die Analyse der Hemmnisse „grüner“ Schlüsselinnovationen gezeigt hat, werden die Markteinführung sowie eine erfolgreiche Verbreitung umweltentlastender Innovationen oft durch das Fehlen geeigneter Geschäftsmodelle gehemmt. Ein eigener Förderschwerpunkt könnte dazu beitragen, dieses Transformationshemmnis zu überwinden.

4.3 Zusammenschau und Ausblick

Die vorangegangenen Empfehlungen zeigen, dass für die effektive Förderung der Transformationen hin zu einer Green Economy Aktivitäten in vielen Bereichen notwendig sind. Dies gilt sowohl für die Ausgestaltung der Rahmenbedingungen, als auch für die Beantwortung zentraler Forschungsfragen.

Gerade bezüglich der Rahmenbedingungen sind viele Handlungsbedarfe bereits bekannt. Dennoch ist der Mut, die nötigen Maßnahmen anzugehen, weiterhin zu gering bzw. die Widerstände sind noch sehr hoch. Insbesondere gilt dies für Maßnahmen im Bereich der Exitförderung. Für eine erfolgreiche Transformation darf die Green Economy aber nicht auf ein Förderprogramm für grüne Branchen reduziert werden, sondern muss ebenso entschieden den Ausstieg aus nicht-nachhaltigen Produktions- und Konsummustern unterstützen.

Die vorliegende Studie hat deutlich vor Augen geführt, dass die Forschung eine essentielle Rolle spielt für das Gelingen der Transformation hin zu einer Green Economy. Wie in Kap. 4.1 detailliert beschrieben, besteht in allen Handlungsfeldern der Politik Bedarf nach flankierender Forschung, die ein besseres Verständnis der spezifischen Herausforderungen und Handlungsbedarfe ermöglicht. Zudem werden Begleit- und Evaluationsforschung von Transformationsstrategien und -projekten entscheidende Erfolgsfaktoren für die Transformations-Governance sein (s. insbesondere Kap. 4.1.6).

Zugleich ist aber auch deutlich geworden, dass die Transformation hin zu einer Green Economy für die Forschungsagenda selbst eine Herausforderung darstellt, und zwar nicht nur inhaltlich (s. umfangreiche Hinweise in Kap. 4.1), sondern auch prozedural und strukturell. Neue Mechanismen werden beispielsweise nötig sein, um ein Mainstreaming der Zielsetzungen einer Green Economy in alle Forschungsprogramme und Fördermaßnahmen zu garantieren. Die kritische Selbstüberprüfung kann den Ausbau mancher und den Rückbau anderer Forschungsprogramme und dazugehöriger Institutionen nötig machen. Neue Mechanismen werden ebenfalls benötigt, um ein breiteres Set an Stakeholdern auch in technologieorientierte Forschungs- und Innovationsprozesse einzubinden (Stichworte Anwendungsforschung und nutzerintegrierende Co-innovation, s. z. B. Kap. 4.1.2). Auch könnten Veränderungen in einzelnen Strukturen und Prozessen innerhalb des BMBF dazu beitragen, eine noch engere Verknüpfung der technischen und nicht-technischen Forschung innerhalb des Ministeriums zu erreichen. Schließlich sind Strukturen und Prozesse für ein effektives Schnittstellenmanagement mit anderen Ressorts auszubauen, um nicht nur die Forschung, sondern die Förderketten von der Forschung über die Gründung hin zur Marktreifeentwicklung in Clustern zu stärken.

Zu wichtigen Fragestellungen im Rahmen einer Forschungsagenda für die Green Economy hat die vorliegende Studie bereits erste Antworten liefern können, z. B. zur Frage nach den wichtigsten Märkten der Green Economy aus der Perspektive der deutschen Wirtschaft, Bestandteilen der Green Economy, die ihre Strukturierung erlauben, Schlüsselinnovationen, für die eine intensivere Förderung geprüft werden kann, sowie Handlungsfeldern für die Politik, die im Rahmen weiterer Forschung zur Transformations-Governance in Betracht gezogen werden sollten.

Zugleich sind im Laufe der Untersuchung auch spezifische Hürden für die Entwicklung der Green Economy-Forschungsagenda deutlich geworden. So erschweren es die fehlende einheitliche Datenbasis über die Märkte der Green Economy sowie die Bandbreite an Herausforderungen, für die innovative Lösungen notwendig sind, eine klare Priorisierung einzelner Innovationsfelder vorzunehmen.

Und einige Punkte hinsichtlich einer Green Economy-Forschungsagenda des BMBF sind auch bei der hier vorliegenden Untersuchung offen geblieben. Sie könnten in nachfolgenden Studien umfassend analysiert werden. Hierzu gehören:

- eine kritische Reflektion der bisherigen Forschungsförderung hinsichtlich ihres Beitrags zur Förderung der Green Economy-Transformation;
- eine komparative Analyse der Forschungsförderung für die Transformation hin zu einer Green Economy im Ausland;
- die Entwicklung und vergleichende Bewertung verschiedener Szenarien für eine Neugestaltung der Green Economy-Forschungsförderung in Deutschland.

Mit dem Aufgreifen dieser Forschungsthemen könnte die deutsche Forschungspolitik eine weitere Grundlage schaffen, um ihr Potential als Innovationstreiber und Wissensgeber für die Transformation hin zur Green Economy umfassend umzusetzen.

Literaturverzeichnis

ABB 2011: China. Energy Efficiency Report. Zuletzt eingesehen am 10.09.2012, unter [http://www05.abb.com/global/scot/scot316.nsf/veritydisplay/63246e62080610aec12578640050f217/\\$file/China.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot316.nsf/veritydisplay/63246e62080610aec12578640050f217/$file/China.pdf).

Acatech 2010: Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann. Zuletzt eingesehen am 15.12.2012, unter http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/e-mo/acatech_bezieht_Position_Nr6_pr%C3%A4final.pdf

ADEME 2012: Fiche du Projet - Nice Grid. Zuletzt eingesehen am 11.11.2012, unter http://ademe.typepad.fr/files/fiche_projet_nice-grid-120112.pdf.

AHK 2008: Energieeffizienz in Industrieprozessen – der niederländische Markt. Zuletzt eingesehen am 24.09.2012, unter <https://www.encyfrom-germany.info/EIE/Redaktion/PDF/Marktanalysen/marktanalyse-niederlande-2008-HJ1,property=pdf,bereich=eie,sprache=de,rwb=true.pdf>.

AHK 2009: Zielgruppenanalyse Energieeffizienz in der Industrie. Exportinitiative Energieeffizienz. Guangzhou/Hong Kong. Zuletzt eingesehen am 25.09.2012, unter <http://www.encyfrom-germany.info/EIE/Redaktion/PDF/Marktanalysen/marktanalyse-china-2009-HJ1>.

AHK 2012a: Energieeffiziente Steuerungs- und Regeltechnik-Technologien und Produkte für die verarbeitende Industrie in den USA. Zuletzt eingesehen am 25.09.2012, unter <http://www.encyfrom-germany.info/EIE/Redaktion/PDF/Marktanalysen/marktanalyse-Chicago-wisconsin-2012-HJ1,property=pdf,bereich=eie,sprache=de,rwb=true.pdf>.

AHK 2012b: Zielmarktanalyse mit Profilen der Marktakteure. Südafrika. Energieeffizienz in der Industrie. Zuletzt eingesehen am 25.09.2012, unter <http://www.encyfrom-germany.info/EIE/Redaktion/PDF/Marktanalysen/marktanalyse-suedafrika-2012-HJ1,property=pdf,bereich=eie,sprache=de,rwb=true.pdf>.

AHK 2012c: Wirtschaftsprofil Niederlande. Zuletzt eingesehen am 25.09.2012, unter http://www.dnhk.org/fileadmin/ahk_niederlande/Downloads/Publikationen/Wirtschaftsprofil_Niederlande_2011.pdf.

AHK 2012d: Zielmarktanalyse mit Profilen der Marktakteure. Brasilien. Energieeffizienz in der Industrie. Zuletzt eingesehen am 15.10.2012, unter http://www.encyfrom-germany.info/EIE/Redaktion/PDF/Marktanalysen/Kopie_20von_20marktanalyse-ungarn-2012,property=pdf,bereich=eie,sprache=de,rwb=true.pdf.

Ahrend, C. 2010: E-Mobility 2025 Szenarien für die Region Berlin. Zuletzt eingesehen am 26.11.2012, unter http://www.verkehrsplanung.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Forschung/Projekte/e-mobility/e-mobility_2025.pdf.

Ahrens, A., A. Braun, A. Effinger, A. von Gleich, K. Heitmann, L. Lißner und M. Weiß 2002: Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe. Zweiter Zwischenbericht (Berichtsjahr 2002). Forschungsprojekt gefördert im Rahmen des Förderschwerpunkts RIW des BMBF. Zuletzt eingesehen am 13.11.2012, unter http://www.tecdesign.uni-bremen.de/subchem/pdf/2_Zwischenbericht_SubChem2_VWrev.pdf.

Alex, B. 2007: Wassertechnik und Wassermanagement in Indien. Berlin: German Trade und Invest.

AMWATER 2008: The Solaire Wastewater System. Zuletzt eingesehen am 12.11.2012, unter http://www.amwater.com/files/AMER0158_Project%20Sheets_Solaire-2.22.pdf.

Antes, R., K. Eisenack und K. Fichter 2012: Wirtschaftswissenschaftliche Ansätze zur Gestaltung von Wandlungsprozessen. In: Ökologisches Wirtschaften 3/2012, 35-39.

Arndt, U., S. von Roon und U. Wagner 2006: Virtuelle Kraftwerke: Theorie oder Realität? In: BWK 58: 6, 52-57.

aus dem Moore, N., C. Drautz, A. Leipprand, T. Leipprand, M. Lemke, J. Mansour, J. Stöckmann, C. Strasser, H. Tschochohei und A. von Raggamby 2010: Nachhaltigkeit braucht Strategie. Policy Paper. Berlin: stiftung neue verantwortung e.V.

Bachmann, G. 2012: Zehn Jahre Nachhaltigkeitsstrategie. Der lange Weg zur Langfristigkeit. Zuletzt eingesehen am 12.11.2012, unter http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/Bachmann_Analyse_Zehn_Jahre_Nachhaltigkeitsstrategie_10-05-2012.pdf.

Bär, H., K. Jacob und S. Werland 2011a: Green Economy Discourses in the Run-Up to Rio 2012, FFU-Report 07-2011. Berlin: Environmental Policy Research Centre.

Bär, H., K. Jacob, E. Meyer und K. Schlegelmilch 2011b: Wege zum Abbau umweltschädlicher Subventionen. Expertise im Auftrag der Abteilung Wirtschafts und Sozialpolitik der Friedrich Ebert Stiftung. Bonn: Friedrich Ebert Stiftung.

Bauknecht, D., P. Connor und C. Mitchell 2006: Effectiveness through Risk Reduction: A Comparison of the Renewable Obligation in England and Wales and the Feed-In System in Germany. In: Energy Policy 34:3, 297-305.

Baur, F. 2010: Das Team Biomasse/ Stoffstrommanagement im IZES. Projektüberblick. Zuletzt eingesehen am 14.11.2012, unter www.energieagenturen.de.

Bayerische Staatsregierung 2010: Verordnung zur Einteilung landwirtschaftlicher Flächen nach dem Grad der Erosionsgefährdung (Erosionsschutzverordnung - ESchV) vom 17. Juni 2010. Zuletzt eingesehen am 14.01.2013 unter www.gesetze-Bayern.de.

BDI 2011: Deutschland 2030. Zukunftsperspektiven der Wertschöpfung. Zuletzt eingesehen am 14.11.2013, unter http://www.bdi.eu/download_content/marketing/Deutschland_2030.pdf.

Becker, B. und D. Fischer 2012: Promoting Renewable Electricity Generation in Emerging Economies. Discussion Paper 09/2012. Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik.

Behrendt, S., K. Fichter, J. Clausen, L. Erdmann, R. Hintemann, M. Marwede und S. Caporal 2010: Kooperatives Roadmapping als Instrument innovationsorientierter Ressourcenpolitik. Zusammenfassung der Ergebnisse des Arbeitspakets 9 des Projekts „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRes). Gutachten im Auftrag von BMU und UBA. Berlin: Borderstep und IZT.

Belleflamme, P., T. Lambert und A. Schwienbacher 2012: Crowdfunding: Tapping the Right Crowd. CORE Discussion Paper No. 2011/32.

Bergset, L. 2011: Die Innovation Community im Projekt Connected Energy-SHAPE. In: Fichter, K., S. Beucker, S. Bunzel und L. Bergset (Hrsg.): Erfolgsfaktor Innovation Communities – Fallstudien zu Erfolgsbeitrag, Evolution und Methoden von Promotorennetzwerken bei radikalen Innovationen. Berlin: InnoCo-Verbundpartner.

Bertelsmann Stiftung 2006: Partner Staat? CSR-Politik in Europa. Zuletzt eingesehen am 11.02.2013, unter http://www.bertelsmann-stiftung.de/bst/de/media/xcms_bst_dms_17243_17244_2.pdf.

Bertelsmann Stiftung 2007: The CSR Navigator. Public Policies in Africa, the Americas, Asia and Europe. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

Beucker, S., L. Bergset, H. Beeck, T. Bogdanova, F. Bormann, M. Riedel und W. Bierter 2012: Geschäftsmodelle für den Zukunftsmarkt des dezentralen Energiemanagements in Privathaushalten. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt Connected Energy –SHAPE.

BFAI, DWA und VDMA 2007: Wassertechnik und Wassermanagement in Indien. Zuletzt eingesehen am 17.10.2012, unter <http://www.itm-online.de/web/media/Indien/Indien%20Wasserwirtschaft%202007%20BfAI.pdf>.

Binz, C., B. Truffer, L. Li, Y. Shi und Y. Lu 2012: Conceptualizing leapfrogging with spatially coupled innovation systems: The case of onsite wastewater treatment in China. In: Technological Forecasting & Social Change 79, 155–171.

BLE 2012: Prinzipien des Ökolandbaus. Zuletzt eingesehen am 13.11.2012, unter <http://www.oekolandbau.de>.

Blödorn, H. 2011: Ästhetisch und funktional – energieminimierende Gebäudehülle - Logistikzentrum mit transluzenter Wärmedämmung. In: greenbuilding, nachhaltig planen, bauen und betreiben, 12, 36-39.

BMBF 2004: Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen - Ein Beitrag zum BMBF-Rahmenprogramm „FORSCHUNG FÜR DIE NACHHALTIGKEIT“. Zuletzt eingesehen am 07.02.2013, unter http://www.bmbf.de/pub/forschung_fuer_den_klimaschutz_schutz_vor_klimawirkung.pdf.

BMBF 2006: Die Hightech-Strategie für Deutschland. Zuletzt eingesehen am 07.02.2013,

unter http://www.bmbf.de/pubRD/bmbf_hts_lang.pdf.

BMBF 2009: Forschung für nachhaltige Entwicklung. Rahmenprogramm des BMBF, Bonn und Berlin: BMBF.

BMBF 2010: Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030. Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft. Zuletzt eingesehen am 07.02.2013, unter <http://www.bmbf.de/pub/biooekonomie.pdf>.

BMBF 2011: Förderbeispiel: Die Alge baut das Wunschprotein. Zuletzt eingesehen am 07.09.2012, unter www.biotechnologie.de.

BMBF 2012: Zukunftsprojekte der Hightech-Strategie (HTS-Aktionsplan). Zuletzt eingesehen am 07.09.2012, unter <http://www.bmbf.de/pub/HTS-Aktionsplan.pdf>.

BMBF und BMU 2012a: Leitbild „Green Economy“. Arbeitspapier, Konferenz „Green Economy – ein neues Wirtschaftswunder?“, Berlin, 4./5. Sept. 2012.

BMBF und BMU 2012b: Proceedings der Konferenz „Green Economy – Ein neues Wirtschaftswunder?“. Workshop A2 Finanzen Ergebnisse der Diskussion. Konferenz „Green Economy – ein neues Wirtschaftswunder?“, Berlin, 4./5. Sept. 2012.

BMBF und BMU 2012c: Proceedings der Konferenz „Green Economy – Ein neues Wirtschaftswunder?“. Workshop B2 Produktion Ergebnisse der Diskussion. Konferenz „Green Economy – ein neues Wirtschaftswunder?“, Berlin, 4./5. Sept. 2012.

BME 2009: Green-Logistics – hohe Bedeutung auch in Krisenzeiten. Zuletzt eingesehen am 15.09.2012, unter http://green4pl.com/blog/2009_BME_AuswertungGreenLog.pdf.

BME 2012: Risikomanagement in Transport und Logistik 2015. Umfrage des Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME) e.V. und Prof. Dr. Paul Wittenbrink von der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Lörrach. Zuletzt eingesehen am 12.01.2013, unter http://www.bme.de/fileadmin/bilder/PDF/Wittenbrink_BME_2012_Langfassung_Stand_07_1_1_2012.pdf.

BMELV 2004: Zielvorstellungen und Entwicklungsperspektiven für den Ökolandbau aus Naturschutzsicht. Zuletzt eingesehen am 29.11.2012, unter <http://orgprints.org/5077/>

BMELV 2012: Ökologischer Landbau in Deutschland. Informationsschrift. Zuletzt eingesehen am 15.01.2013, unter <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Oekolandbau/OekologischerLandbauDeutschland.html>.

BMJ 2005: Umweltstatistikgesetz (UStatG) vom 16.8.2005. Berlin.

BMU 2006: Umwelt und Innovation: Leitmärkte der Zukunft. Dokumentation, Fachkonferenz Umwelt und Innovation: Leitmärkte der Zukunft, Berlin, 30.10.2006.

BMU 2007: Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Broschüre. Zuletzt eingesehen am 15.01.2013, unter <http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/bmu->

[broschuere-nationale-strategie-zur-biologischen-vielfalt/?tx_ttnews\[backPid\]=452.](#)

BMU 2008: Innovationsdynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in grünen Zukunftsmärkten. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes. Zuletzt eingesehen am 13.12.2012, unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3690.pdf>.

BMU 2009a: Green Tech made in Germany 2.0 – Umwelttechnologieatlas für Deutschland. München: Verlag Vahlen.

BMU 2009b: Nutzungsmöglichkeiten der tiefen Geothermie in Deutschland. Broschüre. Zuletzt eingesehen am 13.12.2012, unter https://secure.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_geothermie_tief_bf.pdf.

BMU 2009c: Zweiter Bodenschutzbericht der Bundesregierung. Zuletzt eingesehen am 13.12.2012, unter <http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/2bodenschutzbericht.pdf>.

BMU 2011a: Bekanntmachung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) über die Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel vom 20. Oktober 2011. Zuletzt eingesehen am 13.12.2012, unter http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Forschung_Foerderung/foerderbekanntmachung_klimawandel_bf.pdf.

BMU 2011b: Umweltwirtschaftsbericht 2011, Daten und Fakten für Deutschland. Broschüre. Zuletzt eingesehen am 13.12.2012, unter <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4210.html>.

BMU 2012a: Green Economy: Mit CSR Wandel gestalten. Zuletzt eingesehen am 07.01.2013, unter http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_green_economy_csr_bf.pdf.

BMU 2012b: Green Tech made in Germany 3.0 - Umwelttechnologieatlas für Deutschland. Berlin: BMU.

BMU und BMBF 2008: Masterplan Umwelttechnologien. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter http://www.fona.de/pdf/publikationen/masterplan_umwelttechnologien.pdf.

BMU und BMWi 2012: Energiewende auf gutem Weg, Zwischenbilanz und Ausblick. Broschüre. Zuletzt eingesehen am 19.12.2012, unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energiewende-auf-gutem-weg,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>.

BMVBS 2010a: Aktionsplan Güterverkehr und Logistik – Logistikinitiative für Deutschland. Zuletzt eingesehen am 19.12.2012, unter <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/59840/publicationFile/30850/aktionsplan-22-11-2010.pdf>.

BMVBS 2010b: Voruntersuchung für ein deutsch-französisches Gemeinschaftsprojekt im Rahmen des nachhaltigen und energieeffizienten Bauens. BMVBS-Online-Publikation

04/10. Zuletzt eingesehen am 29.11.2012, unter
http://www.bbsr.bund.de/nn_187722/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2010/ON042010.html.

BMVBS 2011: Ergebnisbericht 2011 der Modellregionen Elektromobilität. Zuletzt eingesehen am 19.12.2012, unter
http://www.elektromobilitaet.nrw.de/fileadmin/redakteur/Downloads/Modellregion_Rhein_Ruhr/Ergebnisbericht_Modellregionenprogramm_Phase_I_2011.pdf.

BMWi 2010: Energie in Deutschland. Trends und Hintergründe zur Energieversorgung. Zuletzt eingesehen am 19.12.2012, unter
<http://www.bmwi.de/Dateien/Energieportal/PDF/energie-in-deutschland,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>.

BMWi 2011a: Förderinitiative Energiespeicher - 200 Mio. Euro für die Speicherforschung. Zuletzt eingesehen am 29.11.2012, unter
<http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=390582.html>.

BMWi 2011b: Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung, Berlin.

BMWi 2012a: Cluster Monitor Deutschland. Trends und Perspektiven von Clustern in Deutschland. Erhebungsrunde 1. Berlin. Zuletzt eingesehen am 19.10.2012, unter
http://www.vdivde-it.de/publications/studies/copy_of_cluster-monitor-deutschland-trends-und-perspektiven-von-clustern-in-deutschland-erhebungsrunde-nr.-1.

BMWi 2012b: Energieberatung und Förderung. Zuletzt eingesehen am 29.11.2012, unter
<http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energieeffizienz-und-Energieeinsparung/energieberatung-und-foerderung,did=494252.html>.

BMWi und BMU 2010: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. 28. September 2010. Zuletzt eingesehen am 05.12.2012, unter
<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/energiekonzept-2010,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>.

BMWi und BMU 2012: Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. Berlin.

BOLW 2012: Zahlen. Daten. Fakten. Die Bio-Branche 2012. Zuletzt eingesehen am 05.12.2012, unter http://www.boelw.de/uploads/pics/ZDF/ZDF_Endversion_120110.pdf.

Bosch 2010: Strategie für Elektromobilität. Pressemitteilung vom 21.07.2010. Zuletzt eingesehen am 07.12.2012, unter
http://www.bosch.com/de/com/sustainability/current/news/news_2010/strategy-for-electromobility.html.

Bosch 2012: Gesamtmarkt für Raumklima, Bosch. Zuletzt eingesehen am 26.08.2012, unter
<http://www.bosch-thermotechnik.de/sixcms/detail.php/2548810>.

BPW 2012: Das Handbuch zum BPW 2013: In drei Stufen zum perfekten Businessplan.

Berlin: BPW.

Brixy, U., R. Sternberg und A. Vorderwühlbecke 2012: Global Entrepreneurship Monitor. Unternehmensgründungen im weltweiten Vergleich. Länderbericht Deutschland 2011. Hannover: Institut für Wirtschafts- und Kulturgeographie, Universität Hannover, Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB).

Brookes, G. und P. Barfoot 2010: Global impact of biotech crops: Environmental effects, 1996–2008. In: AgBioForum, 13: 1, 76-94.

Brüggemeier, F.-J., H. Scheck, P. Schepelmann und U. Schneidewind 2012: Vom „Blauen Himmel“ zur Blue Economy. Fünf Jahrzehnte ökologische Strukturpolitik. Expertise im Auftrag der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung. Reihe WISO Diskurs, Oktober 2012.

BSR 2012: The Five W's of France's CSR Reporting Law. Zuletzt eingesehen am 29.11.2012, unter <https://www.bsr.org/en/our-insights/report-view/the-five-ws-of-frances-csr-reporting-law>.

Büchele, R., W. Kahlenborn, E. Semmling und A. Wiedemann 2012: Grüne Zukunftsmärkte. Überblick über die Ergebnisse aus Arbeitspaket 1. Studie im Auftrag des Umweltbundesamts, Unveröffentlichter Zwischenbericht. Berlin und München: adelphi und Roland Berger Strategy Consultants.

Bundesregierung 2002: Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Zuletzt eingesehen am 01.10.2012, unter http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/perspektiven-fuer-deutschland-langfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Bundesanzeiger 2010: Konzernabschluss zum Geschäftsjahr vom 01.01.2010 bis zum 31.12.2010, Rethmann AG & Co.KG, Selm 31.12.2010. Zuletzt eingesehen am 10.09.2012, unter <https://www.bundesanzeiger.de/ebanzwww/wexsservlet>.

Bundesregierung 2011a: Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen. Zuletzt eingesehen am 01.10.2012, unter http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf.

Bundesregierung 2011b: Regierungsprogramm Elektromobilität. Zuletzt eingesehen am 01.10.2012, unter http://www.bmbf.de/pubRD/programm_elektromobilitaet.pdf.

Bundesregierung 2012a: Energiespeicher werden ausgebaut; Innerhalb eines Jahres ist viel passiert: 27 Fortschritte; Bundesregierung. Zuletzt eingesehen am 01.10.2012, unter <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2012/06/2012-06-04-artikel-hintergrund-energiewende-25-fortschritte.html;jsessionid=48FA79A76731CFAAC83614BA29196DAB.s4t1?nn=437032#doc540824bodyText5>.

Bundesregierung 2012b: Nationale Nachhaltigkeitsstrategie. Fortschrittsbericht 2012. Zuletzt eingesehen am 01.10.2012, unter <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Publikation/Bestellservice/2012-05-08-fortschrittsbericht-2012.pdf?blob=publicationFile>.

Bundesregierung 2013: Bedarfsfelder der Hightech-Strategie. Homepage. Zuletzt eingesehen am 08.02.2013, unter www.hightech-strategie.de/de/82.php.

Bundesverband CarSharing e.V. 2008: Klimaschutz durch CarSharing. Zuletzt eingesehen am 05.01.2013, unter http://www.carsharing.de/images/stories/pdf_dateien/klimaschutzbrochure_endversion.pdf.

Butler, S. 2001: UK Electricity Networks. The nature of UK electricity transmission and distribution networks in an intermittent renewable and embedded electricity generation future. Zuletzt eingesehen am 14.08.2012, unter <http://www.parliament.uk/documents/post/e5.pdf>.

Campestrini, M. und P. Mock 2011: European Vehicle Market Statistics – Pocketbook 2011. Edition: icct.

CanTERS, R. 2007: Ökologische Dämmstoffe. Vortragsreihe EBZ-Stuttgart, Dezember 2007. Zuletzt eingesehen am 14.08.2012, unter http://www.bauplusenergie.de/Leistungen/Oekologische_Daemmstoffe.pdf.

Carpenter, J. 2010: Peer-reviewed surveys indicate positive impact of commercialized GM crops. In: Nature Biotechnology, 28: 4, 319–321.

Casey, J. und K. Koleski 2011: Backgrounder: China's 12th Five-Year Plan. Zuletzt eingesehen am 14.02.2013, unter http://origin.www.uscc.gov/sites/default/files/Research/12th-FiveYearPlan_062811.pdf.

Cash 2011: Rechtliche Rahmenbedingungen für energieeffiziente Sanierung. Minihandbuch Nr. 2 / Nov. 2011. Zuletzt eingesehen am 14.02.2013, unter http://urbact.eu/fileadmin/Projects/CASH/news_media/miniguide02_DE_V4.pdf.

Chan, K.F. und T. Lau 2005: Assessing technology incubator programs in the science park: the good, the bad and the ugly. In: Technovation, 25:10, 1215–1228.

Cheung, K. 2011: Integration of Renewables – Status and Challenges in China; International Energy Agency (IEA), OECD; Working Paper. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Integration_of_Renewables.pdf.

China Green Tech 2011: The China Green Tech Report 2011. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter <http://www.china-greentech.com/report>.

China Green Tech 2012: China Green Tech Report 2012 - Faced with Challenges, China Accelerates Greentech Growth. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter <http://www.china-greentech.com/report>.

Clausen, J. 2007: Zukunftsmarkt Solares Kühlen. Fallstudie im Auftrag des Umweltbundes-

amtes. Dessau-Roßlau: Borderstep Institut.

Clausen, J. 2011: Bericht Screening Innovationspotenziale der regionalen Energiewirtschaft Teil B: Resiliente Energieinfrastrukturen. Unveröffentlichtes Arbeitspapier.

Clausen, J. 2012: Screening Innovationspotenziale der regionalen Energiewirtschaft Teil B: Resiliente Energieinfrastrukturen. Unveröffentlichter Bericht an die Universität Bremen.

Clausen, J. 2013: Innovationspotenzialanalyse Klimaangepasste Kältetechnik - Potenziale und Innovationssystem. Unveröffentlichter Bericht an die Universität Bremen.

Clausen, J. und S. Walter 2004: Marktsituation und Anreizstrukturen für Produkte aus seltenen Nutzpflanzen oder Nutztierassen. In: IÖW, Öko-Institut, Schweisfurth-Stiftung, FU-Berlin, LAGS (Hrsg.): Agrobiodiversität entwickeln! Handlungsstrategien für eine nachhaltige Tier- und Pflanzenzucht. Berlin.

Clausen, J., K. Fichter und W. Winter 2011: Theoretische Grundlagen für die Erklärung von Diffusionsverläufen von Nachhaltigkeitsinnovationen. Berlin: Borderstep.

Clausen, J., W. Bierter und W. Winter 2011: Screening Innovationspotenziale der regionalen Energiewirtschaft Teil A: Low Exergy Solutions. Unveröffentlichter Bericht an die Universität Bremen.

CONDUITS 2010: State-of-the-art of urban traffic management policies and technologies, CONDUITS - Coordination Of Network Descriptors for Urban Intelligent Transport Systems; Imperial College London, EU - 7th Framework Programme.

Continental 2011: Continental-Mobilitätsstudie 2011. Zuletzt eingesehen am 17.12.2012, unter http://www.conti-online.com/m/generator/www/com/de/continental/csr/themen/downloads/download/umfrage_mobilitaetsstudie_de.pdf.

Cook, G. 2012: How Clean is Your Cloud? Catalysing an energy revolution. Zuletzt eingesehen am 28.08.2012, unter http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/HowCleanisYourCloud_final.pdf.

Cook, G. und J. Van Horn. 2011: How dirty is your data? A Look at the Energy Choices That Power Cloud Computing. Zuletzt eingesehen am 28.08.2012, unter <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2011/Cool%20IT/dirty-data-report-greenpeace.pdf>.

CPUC 2012a: About the Self-Generation Incentives Program (SGIP). Zuletzt eingesehen am 07.11.2012, unter <http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/DistGen/sqip/aboutsgip.htm>.

CPUC 2012b: Electric Energy Storage – Overview. Zuletzt eingesehen am 07.11.2012, unter <http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/electric/storage.htm>.

DB Climate Change Advisors 2012: Sustainable Investing - Establishing Long-Term Value and Performance. Zuletzt eingesehen am 10.12.2012, unter

https://www.dbadvisors.com/content/_media/Sustainable_Investing_2012.pdf.

DB Research 2012: US car market: Returning to its previous size. Zuletzt eingesehen am 10.12.2012, unter <https://www.dws-investments.com/EN/docs/research/US-car-market-Returning-to-its-previous-size.pdf>.

de Haan, G. und U. Kuckartz (1996): Umweltbewusstsein - Denken und Handeln in Umweltkrisen. Opladen: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

de Serres, A., F. Murtin und G. Nicoletti 2010: A Framework for Assessing Green Growth Policies, OECD Economics Department Working Papers Nr. 774, OECD.

DECC 2011a: Energy Act 2011: Green Deal. Zuletzt eingesehen am 10.12.2012, unter <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2011/16/contents/enacted>.

DECC 2011b: Home Energy Pay As You save - Pilot Review. Zuletzt eingesehen am 10.12.2012, unter <https://www.gov.uk/government/publications/home-energy-pay-as-you-save-pilot-review>.

DECC 2012a: CRC Energy Efficiency Scheme. Zuletzt eingesehen am 10.12.2012, unter http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/emissions/crc_efficiency/crc_efficiency.aspx.

DECC 2012b: The Renewable Obligation. Zuletzt eingesehen am 29.10.2012, unter http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/meeting_energy/renewable_ener/renew_obs/renew_obs.aspx.

Defila, R., A. Di Giulio und R. Kaufmann-Hayoz 2011: Wesen und Wege nachhaltigen Konsums. Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt "Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum". München: oekom verlag.

DEFRA 2011: Collaborative Waste, Resources & Sustainable Consumption Evidence Programme (DEFRA-UK). Zuletzt eingesehen am 24.09.12, unter <http://www.defra.gov.uk/publications/files/pb13543-waste-evidence1106141.pdf>.

DEFRA 2012: Waste Legislation. Zuletzt eingesehen am 07.09.2012, unter <http://www.defra.gov.uk/environment/waste/legislation>.

Dena 2010: dena-Netzstudie II. Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick 2025. Zuletzt eingesehen am 07.10.2012, unter http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Presse/studien_umfragen/Netzstudie_II/Endbericht_dena-Netzstudie_II.pdf.

Destatis 2012: 2010: Wasser sparen liegt weiter im Trend, Pressemitteilung Nr. 389 vom 09.11.2012. Zuletzt eingesehen am 07.01.2013, unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Service/Presse/Pressemitteilungen/2012/11/PD12_389_322.html.

Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. 2002: Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte. Statusbericht des DKV Nr.22. Stuttgart.

Dialego 2008: Dialego-Erhebung zum Konsum von regionalen Produkten. Regionale Pro-

dukte: Frisch vom Bauern schmeckt's am Besten. Zuletzt eingesehen am 07.01.2013, unter <http://www.food-monitor.de/2008/12/dialego-erhebung-zum-konsum-von-regionalen-produkten/themenfelder/kommunikation/>.

Diaper, C. 2004: Innovation in on-site domestic water management systems in Australia: A review of rainwater, greywater, stormwater and wastewater utilization techniques. CSIRO Urban Water.

Difu 2011: Städte für ein nachhaltiges Deutschland. Gemeinsam mit Bund und Ländern für eine zukunftsfähige Entwicklung, Texte des Difu Nr. 36.

DIW 2009: Mikrokredite: Bedarf auch in Deutschland. Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 27–28/2009. Zuletzt eingesehen am 17.07.2012, unter https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.99791.de/09-27-3.pdf.

DIW 2010: Mikroversicherungen: Ein großer unerschlossener Markt. Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 43/2010. Zuletzt eingesehen am 17.07.2012, unter http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.362941.de/10-43-1.pdf.

DIW; ZSW; AEE 2008: Vergleich der Bundesländer: Best Practice für den Ausbau Erneuerbarer Energien. Indikatoren und Ranking. Studie im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien.

DLA Piper 2012: The Carbon Reduction Commitment Energy Efficiency Scheme (CRC) 2012 Update. Zuletzt eingesehen am 21.10.2012, unter <http://www.dlapiper.com/the-carbon-reduction-commitment-energy-efficiency-scheme-crc-2012-update-06-20-2012/>.

DLR 2007: Solarthermische Kraftwerke für die Meerwasserentsalzung. Zusammenfassung. Studie im Auftrag des BMU. Stuttgart.

DLR, Fraunhofer IWES und IfnE 2012: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Zuletzt eingesehen am 12.12.2012, unter <http://www.bmu.de/bmu/parlamentarische-vorgaenge/detailansicht/artikel/studie-langfristszenarien-und-strategien-fuer-den-ausbau-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-bei-beruecksichtigung-der-entwicklung-in-europa-und/>.

DOE 2011: Energy Storage Program Planning Document. Zuletzt eingesehen am 11.11.2012, unter <http://energy.gov/oe/downloads/energy-storage-program-planning-document>.

DOE 2012: 2011 Vehicle Technologies Market Report. Zuletzt eingesehen am 13.11.2012, unter <http://cta.ornl.gov/vtmarketreport/index.shtml>.

Doetsch, C. 2009: Energiespeicher. Präsentation auf der Fachkonferenz Energietechnologien 2050 am 26.05.2009 in Berlin.

EA - UK 2012: Waste Electronic and Electrical Equipment Regulations 2006. Zuletzt eingesehen am 21.09.2012, unter <http://www.environment->

agency.gov.uk/business/topics/waste/32084.aspx.

EBI 2012: U.S. Energy Storage Market Forecast to Exceed \$5 Billion in 2014. Zuletzt eingesehen am 21.11.2012, unter <http://ebionline.org/updates/897-us-energy-storage-market-forecast-to-exceed-5-billion-in-2014>.

EC 1997: SERIEE — Europäisches System umweltbezogener Wirtschaftsdaten — Ausführung 1994. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften.

EC 2004: European Action Plan for Organic Food and Farming, SEC(2004)739,

EC 2008: Development of criteria and procedures for the evaluation of the European Action Plan of Organic Food and Farming. Results from the ORGAP Project. Zuletzt eingesehen am 21.12.2012, unter http://ec.europa.eu/research/agriculture/pdf/conference_modena/organic_action_plan.pdf.

EC 2009: Development of criteria and procedures for the evaluation of the European Action Plan of Organic Food and Farming. Results from the ORGAP Project. Zuletzt eingesehen am 26.11.2012, unter <http://orgprints.org/17942/>.

EC 2011a: Cross-sectoral Analysis of the Impact of International industrial Policy on Key Enabling Technologies. Final Report. Zuletzt eingesehen am 22.11.2012, unter http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/files/kets/ket-report_en.pdf.

EC 2011b: Soil organic matter management across the EU best practices, constraints and trade-offs. Technical Report - 2011 – 051. Zuletzt eingesehen am 21.01.2013, unter http://ec.europa.eu/environment/soil/publications_en.htm.

ECOFYS 2011a: Financing Renewable Energy in the European Energy Market. Zuletzt eingesehen am 24.11.2012, unter http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/renewables/2011_financing_renewable.pdf.

ECOFYS 2011b: Renewable Energy Policy - Country Profiles – 2011 version. Zuletzt eingesehen am 30.10.2012, unter http://www.ecofys.com/files/files/ecofys_re-shaping_country_profiles_2011.pdf.

EEA 2011: Europe's environment: An Assessment of Assessments, 3 Green economy. Zuletzt eingesehen am 10.01.2013, unter <http://www.eea.europa.eu/publications/europes-environment-aoa/chapter3.xhtml>.

EEB 2012: Energy Efficient Buildings Hub. Zuletzt eingesehen am 10.10.2012, unter <http://www.eebhub.org/about-eebhub>.

EEE 2007: Energieeffizienz im Gebäudebereich in China. Zuletzt eingesehen am 12.10.2012, unter http://www.renewablesb2b.com/ahk_germany/de/portal/index/marketstudies/show/d1f569f15f2c9ae0.

EEE 2008: Zielgruppenanalyse Japan. Energieeffizienz im Gebäudebereich und der Gebäudetechnik in Japan. Zuletzt eingesehen am 22.12.2012, unter http://www.japan.ahk.de/fileadmin/ahk_japan/Publikationen/Exportinitiative-Energieeffizienz.pdf.

EEE 2009a: Zielgruppenanalyse. Energetische Anpassung von Gebäuden in den Niederlanden. Zuletzt eingesehen am 22.12.2012, unter <http://www.encyfrom-germany.info/EIE/Redaktion/PDF/Marktanalysen/marktanalyse-niederlande-2009-HJ2,property=pdf,bereich=eie,sprache=de,rwb=true.pdf>.

EEE 2009b: Energieeffizientes Bauen in Frankreich. Zuletzt eingesehen am 10.10.2012, unter <http://www.auwi-bayern.de/awp/inhalte/Aktuelle-Meldungen/2010/Marktchancen-Energieeffizientes-Bauen-in-Frankreich-und-der-Region-Rh-ne-Alpes.html>.

EEE 2011a: Marktstudie: Energieeffizienz in der Gebäude- und Prozesstechnologie in Westindien. Zuletzt eingesehen am 22.12.2012, unter http://www.renewablesb2b.com/ahk_germany/de/portal/index/marketstudies/show/172b611f099220ce.

EEE 2011b: Zielgruppenanalyse USA. Energieeffizienz im Gebäudesektor. Geschäftschancen für deutsche Unternehmen im Nordosten der USA. Zuletzt eingesehen am 22.12.2012, unter <https://www.encyfrom-germany.info/EIE/Redaktion/PDF/Marktanalysen/marktanalyse-usa-newyork-2009-HJ1,property=pdf,bereich=eie,sprache=de,rwb=true.pdf>.

EEE 2011c: Zielgruppenanalyse Vereinigtes Königreich. Energieeffizienz im Wohnungsbau. Zuletzt eingesehen am 22.12.2012, unter <http://encyfrom-germany.info/EIE/Redaktion/PDF/Marktanalysen/marktanalyse-uk-2011-HJ1,property=pdf,bereich=eie,sprache=de,rwb=true.pdf>.

EEE 2012: Zielmarktanalyse Solarenergie 2012. Staatenprofile New York, New Jersey und Colorado. Zuletzt eingesehen am 22.12.2012, unter http://www.renewablesb2b.com/data/ahk_usa/publications/files/ZMA_Solarenergie_16-2-2012.pdf.

Eicker, U. 2012: Passive Solarenergienutzung. In: Eicker, Ursula (Hrsg.): Solare Technologien für Gebäude. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

EPA 1997: Response to Congress on the Use of Decentralized Wastewater Treatment Systems. Washington, D.C.: Office of Water. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter http://water.epa.gov/infrastructure/septic/upload/septic_rtc_all.pdf.

EPA 2006: Pay-as-you-throw at a glance. Zuletzt eingesehen am 24.09.2012, unter <http://www.epa.gov/osw/conserve/tools/payt/states/06comm.htm>.

EPA 2009: Activity Update – Funding decentralized wastewater systems using the Clean Water State Revolving Fund. Zuletzt eingesehen am 19.10.2012, unter http://water.epa.gov/aboutow/eparecovery/upload/2009_11_25_septic_pubs_arra_septic_fs.pdf.

EPA 2011: Web-based Water Quality Trading Training. Zuletzt eingesehen am 19.10.2012, unter <http://cfpub1.epa.gov/npdes/wqtraining.cfm>.

EPA 2012a: Industry Effluent Guidelines. Zuletzt eingesehen am 24.09.2012, unter http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/questions_index.cfm.

EPA 2012b: Laws and Regulations. Zuletzt eingesehen am 10.09.2012, unter <http://www.epa.gov/waste/laws-regs/index.htm>.

EPA 2012c: Septic (Onsite/Decentralized) System. Zuletzt eingesehen am 24.11.2012, unter <http://water.epa.gov/infrastructure/septic/index.cfm>.

ERP 2011: The future role for energy storage in the UK - Main Report. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter <http://www.energyresearchpartnership.org.uk/tiki-index.php?page=page12>.

ETC/SCP 2012: Factsheet for Netherlands. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter http://scp.eionet.europa.eu/facts/factsheets_waste/2009_edition/factsheet?country=NL.

EU 2009: Study on the Competitiveness of the EU Eco-Industry - Within the Framework Contract of Sectoral Competitiveness Studies – ENTR/06/054, - Brussels, ECORYS - study 2

European Parliament 2007: Outlook of Energy Storage Technologies; Policy Department – Economic and Scientific Policy. Studie im Auftrag des Europäischen Parlaments. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter http://www.storiesproject.eu/docs/study_energy_storage_final.pdf.

Eurosif 2010: European SRI Study 2010. Revised Edition. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter http://www.eurosif.org/images/stories/pdf/Research/Eurosif_2010_SRI_Study.pdf.

Eurosif 2011: Corporate pension funds & sustainable investment study. Zuletzt eingesehen am 07.01.2013, unter http://www.forum-ng.org/images/stories/Publikationen/eurosif_corporate_pension_funds_web.pdf.

Eurosif 2012: European SRI Study 2012. Revised Edition. Zuletzt eingesehen am 12.12.2012, unter <http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=Dbwuo%2B1F7Y0%3D&tabid=5270>.

Eurosif und oekom research 2009: Biodiversity Theme Report. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter http://www.eurosif.org/images/stories/pdf/eurosif_sr_biodiversity.pdf.

Eurostat 2009: The environmental goods and services sector: A data collection handbook. Eurostat Methodologies and Working Papers. Luxemburg.

Eurostat 2010: 40% of municipal waste recycled or composted in 2008, eurostat news release 03/2010. Zuletzt eingesehen am 28.10.2012, unter http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-19032010-AP/EN/8-19032010-AP-

[EN.PDF.](#)

EWI 2012: Untersuchungen zu einem zukunftsfähigen Strommarktdesign. Köln. Zuletzt eingesehen am 28.10.2012, unter www.ewi.uni-koeln.de.

Experton Group 2010: Cloud Marktzahlen. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter <http://www.experton-group.de/consulting/cloud-computing-programme/ict-anwender/cloud-marktzahlen.html>.

Ezell, S. 2010: Explaining International IT Application Leadership: Intelligent Transportation Systems. Zuletzt eingesehen am 14.11.2012, unter http://www.itif.org/files/2010-1-27-ITS_Leadership.pdf.

FAO 2002: Organic agriculture, environment and food security. Environment and Natural Resources Series No. 4. Rome: FAO.

FAZ 2012a: Drei Atomkraftwerke in Bau - Atomausstieg auf Japanisch. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 21.09.2012. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/drei-atomkraftwerke-in-bau-atomausstieg-auf-japanisch-11898548.html>.

FAZ 2012b: Japan - Atomausstieg bis 2040. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 13.09.2012. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/japan-atomausstieg-bis-2040-11889310.html>.

Feedlink 2012: AgriProteins managing director sees maggots as next protein alternative. Meldung vom 26.3.2012. Zuletzt eingesehen am 29.10.2012, unter <http://www.efeedlink.com>.

FiBL Deutschland und MGH GUTES AUS HESSEN 2012: Entwicklung von Kriterien für ein bundesweites Regionalsiegel. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Frankfurt am Main: FiBL.

Fichter, K. 2005: Interpreneurship. Marburg: Metropolis.

Fichter, K. 2009: Innovation communities: the role of networks of promoters in Open Innovation. In: R&D Management, 39:4, 357-371.

Fichter, K. und J. Clausen 2012: Erfolg und Scheitern »grüner« Innovationen Diffusionspfade für Nachhaltigkeitsinnovationen. Broschüre.

Fichter, K. und J. Clausen 2013: Erfolg und Scheitern »grüner« Innovationen. Warum einige Nachhaltigkeitsinnovationen am Markt erfolgreich sind und andere nicht. Marburg: Metropolis. Im Erscheinen.

Fichter, K. und Weiß, R. 2012: Erfolg und Scheitern grüner Innovationen. Start-ups: Produktioniere für eine Green Economy. Broschüre.

Fichter, K., R. Hintemann, S. Beucker, und S. Behrendt 2012: Green IT - Nachhaltigkeit. Gutachten für die Enquete-Kommission Internet und digitale Gesellschaft des Deutschen

Bundestages. Berlin: Borderstep, IZT.

Fichter, K., S. Beucker, T. Noack, und S. Springer 2007: Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Fischer, H. 2012: Bosch drängt in Markt für E-Scooter. Financial Times Deutschland, 14.08.2012, 4.

FNG 2010: Marktbericht Nachhaltige Geldanlagen 2010. Deutschland, Österreich und die Schweiz.

FNG 2012: Marktbericht Nachhaltige Geldanlagen 2012. Deutschland, Österreich und die Schweiz. Zuletzt eingesehen am 20.11.2012, unter http://www.forum-ng.org/images/stories/Publikationen/fng_marktbericht_2012_72dpi.pdf.

Förderkatalog Bund 2012: Förderkatalog der Bundesregierung. Zuletzt eingesehen am 20.01.2013, unter <http://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/StartAction.do?actionMode=list>.

Foxon, T. 2011: A Coevolutionary Framework for Analysing a Transition to a Sustainable Low Carbon Economy. In: Ecological Economics 70, 2258-2267.

Foxon, T. und P.J.G. Pearson 2007: Towards Improved Policy Processes for Promoting Innovation in Renewable Electricity Technologies in the UK. In: Energy Policy 35, 1539-1550.

Frank, A., V. Meyer-Guckel und C. Schneider 2007: Innovationsfaktor Kooperation. Bericht des Stifterverbandes zur Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Hochschulen.

Fraunhofer IAO 2012: Visionen zur Morgenstadt. Leitgedanken für Forschung und Entwicklung von Systeminnovationen für nachhaltige und lebenswerte Städte der Zukunft.

Fraunhofer Institut für Bauphysik 2009: Aufblasbare Schallschutzwände für den mobilen Einsatz im Land der Ideen. Zuletzt eingesehen am 27.11.2012, unter <http://db.ibp.fraunhofer.de/presse/presse.php?id=86>.

Fraunhofer ISE 2012: 100% erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland. Zuletzt eingesehen am 27.11.2012, unter <http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-100-erneuerbare-energien-in-deutschland.pdf>.

Fraunhofer ISI 2011: Gesellschaftspolitische Fragestellungen der Elektromobilität. Zuletzt eingesehen am 27.11.2012, unter http://www.isi.fraunhofer.de/isi-medi-a/docs/e/de/publikationen/elektromobilitaet_broschuere.pdf?WSESSIONID=16d19e8991b2444484819dcdd50db6bb.

Fraunhofer ISI 2012: Innovationsindikator. Gesamtindikator. Prognose. Zuletzt eingesehen am 20.01.2013, unter <http://www.innovationsindikator.de/innovationsindikator-2012/gesamtindikator/prognose>.

Freedonia 2009: Green Building Materials – US Industry Study with Forecasts for 2015 & 2020, Freedonia Group. Zuletzt eingesehen am 02.08.2012, unter <http://www.freedoniagroup.com/brochure/27xx/2733smwe.pdf>.

Frost und Sullivan 2012: Strategic Analysis and Benchmarking of Global OEMs Micro-Mobility Solutions (ohne Ortsangabe)

FSFM 2012: Global Trends in Renewable Energy Investment 2012; Frankfurt School of Finance & Management gGmbH, Bloomberg New Energy Finance, UNEP Collaboration Centre for Climate and Sustainable Energy Finance. Zuletzt eingesehen am 25.10.2012, unter <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsreport2012final.pdf>.

Gaulke L. S. 2006: On-site wastewater treatment and reuses in Japan. In: Water Management, 159:2, 103–109.

Geels, F. 2002: Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In: Research Policy, 3, 1257–1274.

Geels, F. 2005: Processes and Patterns in Transitions and System Innovations: Refining the Co-evolutionary Multi-level Perspective. In: Technological Forecasting & Social Change, 72, 681-696.

Gonzalez, A. 2010: Is Microfinance Growing Too Fast? In: MIX Data Brief No. 5.

Gottwald, F.-T. und A. Steinbach 2009: Nachhaltigkeits-Innovationen in der Ernährungswirtschaft – Von Bio-Pionieren und konventionellen Innovationsführern. Hamburg.

Gouvernement français 2012: Énergie, économie circulaire; Investissements d'avenir; Portail du Gouvernement; Premier Ministre. Zuletzt eingesehen am 30.10.2012, unter <http://investissement-avenir.gouvernement.fr/content/action-projets/les-programmes/%C3%A9nergie>.

Grin, J., J. Rotmans und J. Schot (Hrsg.) 2011: Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformation Change. New York: Routledge.

Groß, B. und G. Tänzer 2010: Industrielle Abwärme - Eine Potentialstudie für Deutschland.

GTAI 2010a: Auf Frankreichs Wassermarkt sind Veolia und Suez führend. Marktinformation, 10.03.2010. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/wwwroot/archiv-online-news/www.gtai.de/DE/Content/Online-news/2010/06/medien/i1-frankreichs-wassermarkt.html>.

GTAI 2010b: Russland investiert in Wasserversorgung und Kläranlagen. Marktinformation, 24.08.2010. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=73084.html>.

GTAI 2010c: Russland will den Rohstoff Wasser effizienter nutzen. Marktinformation, 03.08.2010. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter

<http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=73012.html>.

GTAI 2010d: Ungenutzte Potenziale bei Wasser- und Abfallwirtschaft. Marktinformation, 24.03.2010. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/wwwroot/archiv-online-news/www.gtai.de/DE/Content/Online-news/2010/11/medien/s1-ungenutzte-potenziale-bei-wasser-und-abfallwirtschaft.html>.

GTAI 2010e: Wachstumsregion Asien. Abnehmerbranchen im Fokus des Maschinenbaus. Marktinformation, 08.10.2010. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Meta/presse,did=201160.html?view=renderPdf>.

GTAI 2010f: Frankreichs Wasserwirtschaft hat hohen Nachholbedarf. Marktinformation, 29.10.2010. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=68040.html>.

GTAI 2011a: Branche kompakt - Recycling- und Entsorgungswirtschaft - Vereinigtes Königreich. Marktinformation, Januar 2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/wwwroot/archiv-online-news/www.gtai.de/DE/Content/Online-news/2011/02/medien/s4-vk-branche-recycling-2011,templateId%3Draw,property%3DpublicationFile.pdf/s4-vk-branche-recycling-20115f88.pdf?show=true>.

GTAI 2011b: Branche kompakt - Recycling- und Entsorgungswirtschaft – Frankreich. Marktinformation, 10.10.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=657574.html>.

GTAI 2011c: Branche kompakt - Recycling- und Entsorgungswirtschaft – Niederlande. Marktinformation, 29.10.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=680732.html>.

GTAI 2011d: Brasiliens Abfallwirtschaft gewinnt an Dynamik. Marktinformation, 14.02.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=74922.html>.

GTAI 2011e: Deutsche Hersteller wichtigste Ausrüster der russischen Wasserwirtschaft. Marktinformation, 10.05.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=75452.html>.

GTAI 2011f: Erneuerbare Energien in der VR China auf dem Vormarsch. Marktinformation, 24.02.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/wwwroot/archiv-online-news/www.gtai.de/DE/Content/Online-news/2011/06/medien/b1-vr-china-erneuerbare-energien.html>.

GTAI 2011g: Indien lotet Potenzial für Offshore-Windkraft aus. Marktinformation, 15.02.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=74950.html>.

GTAI 2011h: Japan diskutiert über Energiewende. Marktinformation, 11.08.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter .

<http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=80756.html>.

GTAI 2011i: Languedoc-Roussillon profiliert sich im Wassersektor. Marktinformation, 08.06.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/wwwroot/archiv-online-news/www.gtai.de/DE/Content/Online-news/2011/12/medien/i1-languedoc-roussillon.html>.

GTAI 2011j: Müllverwertung wird zum großen Geschäft in Russland. Marktinformation, 13.09.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=79546.html>.

GTAI 2011k: Privater Sektor soll Indiens wachsendes Müllproblem lösen. Marktinformation, 16.03.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter www.gtai.de/ext/Einzelsicht.../MKT201103158003.html.

GTAI 2011l: Russland will Wasserversorgern mehr Investitionssicherheit bieten. Marktinformation, 10.05.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=75412.html?view=renderPrint>.

GTAI 2011m: Vereinigtes Königreich erhöht Recyclingquoten für Kunststoffverpackungen und Stahl. Marktinformation, 25.01.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=78266.html>.

GTAI 2012a: Branche kompakt - Solarenergie - Indien, 2012. Marktinformation, 29.04.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/wwwroot/archiv-online-news/www.gtai.de/DE/Content/Online-news/2011/17/medien/s4-indien-branche-solar-2011,templateId%3Draw,property%3DpublicationFile.pdf/s4-indien-branche-solar-2011.html>.

GTAI 2012b: Branche kompakt - Windenergie - USA, 2012. Marktinformation, 17.09.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=645610.html>.

GTAI 2012c: Frankreich leitet Zeitalter der intelligenten Netze ein. Marktinformation, 01.06.2013. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=584514.html&channel=premium_channel_gtai_1.

GTAI 2012d: Freie Fahrt für Frankreichs Schienenverkehr. Marktinformation, 03.05.2011. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=565734.html>.

GTAI 2012e: Im indischen Wassersektor ist privates Engagement gefordert. Marktinformation, 26.07.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=617342.html>.

GTAI 2012f: Moskau sucht Wege aus dem Verkehrschaos. Marktinformation, 06.12.2012. Zuletzt eingesehen am 15.12.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=723542.html>.

GTAI 2012g: Pumpen und Kompressoren sind in den USA gefragt. Marktinformation, 30.01.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=441056.html>.

GTAI 2012h: Russland investiert 125 Mrd. Euro in den Schienenverkehr. Marktinformation, 25.07.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=616712.html>.

GTAI 2012i: Tiefgreifende Änderungen für Südafrikas Abfallwirtschaft. Marktinformation, 12.12.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=393796.html>.

GTAI 2012j: Transport und Logistik Indien. Marktinformation, 16.02.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=452472.html>.

GTAI 2012k: VR China setzt auf Ausbau des U-Bahn-Netzes. Marktinformation, 05.03.2012. Zuletzt eingesehen am 15.11.2012, unter www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=530180.html.

GTAI 2012l: VR China will bei alternativen Antrieben an die Weltspitze. Marktinformation, 30.01.2012. Zuletzt eingesehen am 15.12.2012, unter www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=441058.html.

GTAI 2012m: Wasser stellt in der VR China den größten Engpassfaktor dar. Marktinformation, 17.08.2012. Zuletzt eingesehen am 15.12.2012, unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=628938.html>.

GTM Research 2012: China Grid-Scale Energy Storage: Technologies & Markets, 2012-2016; GTM Research, Greentech Market Research. Zuletzt eingesehen am 29.10.2012, unter <http://www.greentechmedia.com/research/report/china-grid-scale-energy-storage-2012-2016>.

Hamburger Wasserwerke 2012: Der HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au. Zuletzt eingesehen am 29.10.2012, unter <http://www.hamburgwatercycle.de/index.php/der-hwc-in-der-jenfelder-au.html>.

Harris, J., P. Bostrom und R. B. Lung 2011: Crossing the Valley of Death: Policy Options to advance the Uptake of Energy-Efficient Emerging Technologies in U.S. Industry. Industrial Energy Technology Conference, New Orleans, Louisiana, May 17-19, 2011. Zuletzt eingesehen am 29.10.2012, unter <http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/94790/ESL-IE-11-05-14.pdf?sequence=1>.

Haude, A. 2011: Neue Speichertechnologie: „Windgas“ kommt im Herbst. Zuletzt eingesehen am 21.08.2012, unter <http://www.erneuerbareenergien.de/windgas-kommt-im-herbst/150/469/30486/>.

Hintemann, R. und K. Fichter 2010: Materialbestand in deutschen Rechenzentren – Eine

Be-standsaufnahme zur Ermittlung von Ressourcen- und Energieeinsatz. Dessau: UBA.

Hintemann, R. und K. Fichter 2012: Energieverbrauch und Energiekosten von Servern und Rechenzentren in Deutschland: Aktuelle Trends und Einsparpotenziale bis 2015. Berlin: Borderstep Institut.

Hoff, H., K. Warner und L. Bouwer 2005: The Role of Financial Services in Climate Adaptation in Developing Countries. In: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, 74: 2.

Höfling, H. 2010: Energiespeicherung – Herausforderungen bei der Bestimmung des Bedarfs und der Förderung. Zuletzt eingesehen am 14.12.2012, unter http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/06_Hintergrundinformationen/2011_01_SAZ_4_Beitrag_H_Hoefling.pdf?__blob=publicationFile.

Hohmeyer, O. 2012: Bedarf des Netzausbaus aus Sicht einer 100% regenerativen Stromversorgung. Konferenz der Hans Böckler Stiftung und des DGB ‚Neue Energie und alte Netze‘ Berlin, 1. Februar 2012.

ICF 2012: An international comparison of energy and climate change policies impacting energy intensive industries in selected countries. Zuletzt eingesehen am 16.11.2012, unter <http://www.paper.org.uk/documents/12-527-international-policies-impacting-energy-intensive-industries.pdf>.

IEA 2010: Transforming Global Markets for Clean Energy Products – Energy Efficient Equipment, Vehicles and Solar Photovoltaics. Zuletzt eingesehen am 13.11.2012, unter http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/global_market_transformation.pdf.

IEE 2010: The State of European Car-Sharing. Zuletzt eingesehen am 27.11.2012, unter http://www.motiva.fi/files/4138/WP2_Final_Report.pdf.

IEEJ 2012: Rational Approach for CO2 Reduction in Transportation Sector. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter http://www.jari.or.jp/resource/pdf/H23WS/WS_120329_05en.pdf.

IEEP, Ecologic und IVM 2009: Environmentally Harmful Subsidies (EHS): Identification and Assessment. Abschlussbericht für die Europäische Kommission, Generaldirektorat Umwelt. Zuletzt eingesehen am 13.11.2012, unter <http://www.ieep.eu/assets/465/EHS-Full-Report-12-01-10.pdf>.

IFC 2011: The State of Sustainable Investment in Key Emerging Markets. Synthesis Report. Zuletzt eingesehen am 09.01.2013, unter http://www1.ifc.org/wps/wcm/connect/f0dd0c8048855cd88cfcde6a6515bb18/IFC_Brief_DoingSI.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=f0dd0c8048855cd88cfcde6a6515bb18.

IFOAM 2008: How Governments Can Support Participatory Guarantee Systems (PGS). IFOAM Policy Brief. Zuletzt eingesehen am 21.11.2012, unter http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/pgs.html.

IFOAM 2012: The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2012. Zuletzt eingesehen am 05.01.2013, unter <http://www.organic-world.net/yearbook-2012.html?&L=0>.

IHK Braunschweig 2012: Wasserradtechnologie: Pilotanlage Weltweiter Ausbau könnte 6500 Terrawattstunden Strom produzieren. Zuletzt eingesehen am 06.11.2012, unter www.braunschweig.ihk.de.

IHK Stuttgart 2011: Grüne Logistik. Ein Gewinn für Verlader und Logistikdienstleister. zuletzt eingesehen am 19.10.2012, unter http://www.stuttgart.ihk24.de/linkableblob/1923084/4./data/Grundlagenteil_der_IHK_Studie_Gruene_Logistik-data.pdf.

Institut RSE Management 2012: The Grenelle II Act in France: a Milestone towards Integrated Reporting. Zuletzt eingesehen am 14.10.2012, unter <http://www.capitalinstitute.org/sites/capitalinstitute.org/files/docs/Institut%20RSE%20The%20Grenelle%20II%20Act%20in%20France%20June%202012.pdf>.

Ioannou, I. und G. Serafeim 2012: The Consequences of Mandatory Corporate Sustainability Reporting. Working Paper 11-100, Harvard Business School.

IÖW, Öko-Institut, Schweisfurth-Stiftung, FU-Berlin, LAGS (Hrsg.) 2004: Agrobiodiversität entwickeln! Handlungsstrategien für eine nachhaltige Tier- und Pflanzenzucht. Zuletzt eingesehen am 24.12.2012, unter <http://www.agrobiodiversitaet.net/download/12Fazit1.pdf>.

IPCC 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

IPD 2010: Perfil do mercado orgânico brasileiro como processo de inclusão social. Zuletzt eingesehen am 23.02.2013, unter http://ipd.org.br/upload/tiny_mce/arquivos/Perfil_do_mercado_organico_brasileiro_como_processo_de_inclusao_social.pdf.

IRENA 2012: Evaluating Policies in Support of the Development of Renewable Power. IRENA Policy Brief. Zuletzt eingesehen am 29.10.2012, unter <http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=251>.

ISSET e.V. und Schmack Biogas AG 2008: Das regenerative Kombikraftwerk. Abschlussbericht. Zuletzt eingesehen am 29.10.2012, unter www.kombikraftwerk.de.

IZT und Fraunhofer ISI 2009: Rohstoffe für Zukunftstechnologien. Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage.

Jacob, K. und H. Bär 2010: Exportförderung innovativer Umwelttechnologien durch den Transfer von Umweltpolitik. Im Auftrag von BMU, Umweltbundesamt.

Jacob, K., J. Knopf und W. Kahlenborn 2010: Ländervergleichende Analyse industriepolitischer Maßnahmen und Instrumente, FFU-Report 01-2010. Zuletzt eingesehen am

24.02.2012, unter http://www.polsoz.fu-berlin.de/polwiss/forschung/systeme/ffu/publikationen/2010/jacob_knopf_Kahlenborn/FFU_Report_01_2010.pdf.

Jacobs, U. 2010: Dezentrale Klärschlammverbrennung in Deutschland und den europäischen Nachbarländern. Zuletzt eingesehen am 14.11.2012, unter http://esi-projekte.de/Dezentrale_Klaerschlammverbrennung.pdf.

Jahn, T., U. Schneidewind, R. Griebhammer, T. Korbun, A. Kraemer, C. Leggewie, O. Renn und A. Zahrt 2012: Verstehen – Bewerten – Gestalten. Transdisziplinäres Wissen für eine nachhaltige Gesellschaft. Memorandum zur Weiterentwicklung der sozial-ökologischen Forschung in Deutschland

JAMA 2011: 2011 Report on Environmental Protection Efforts – Promoting Sustainability in Road Transport in Japan. Zuletzt eingesehen am 08.11.2012, unter http://www.jama-english.jp/publications/env_prot_report_2011.pdf.

Jänicke, M. 2012: Megatrend Umweltinnovation. Zur ökologischen Modernisierung von Wirtschaft und Staat. München: oekom.

Janssen, M. und U. Hamm 2010: Standards und Kennzeichen für Öko-Lebensmittel aus Verbrauchersicht: Empfehlungen für agrarpolitische Entscheidungsträger. In: Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, 88:1, 86-102.

JECES 2012: Wastewater Treatment with Johkasou Systems, Johkasou Technology. Zuletzt eingesehen am 06.10.2012, unter <http://www.jeces.or.jp/en/technology/index.html>.

Jetro 2012: Cleantech Opportunities in Japan – Insights and recommendations for companies seeking to do cleantech business in Japan. Zuletzt eingesehen am 28.11.2012, unter http://www.jetro.org/documents/jcleantech/JETRO_Cleantech_Opportunities_in_Japan_Report.pdf.

Johnstone, N., I. Haščič und M. Kalamova 2010: Environmental Policy Design Characteristics and Technological Innovation: Evidence from Patent Data. Environment Working Paper Nr. 16, Umweltdirektorat der OECD.

Jörissen, J., O. Parodi, J. Schippl und N. Weinberger 2010: Roadmap Umwelttechnologien 2020. Strategische Handlungsoptionen für die Prioritätensetzung in der künftigen Förderpolitik. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 19:1, 57-66.

Kahlenborn, W. und A. Pechan 2008: Finanzierungshemmnisse für Zukunftstechnologien in Deutschland. Dessau: UBA.

Kahlenborn, W. und J. Klumb 2000: Altersvorsorge als Mittel für den Umweltschutz - das Beispiel Großbritannien. In: Jahrbuch Ökologie 2001. München: Beck, 272-275.

Kahlenborn, W., C. Moser, J. Frijdal und M. Essig 2011: Strategic Use of Public Procurement in Europe. Final Report to the European Commission, MARKT/2010/02/C, Berlin: adelphi.

Kahlenborn, W., H. Dierks, D. Wendler und M. Keitel 2010: Klimaschutz durch Kapitalanlagen. Wirkungen von Klima- und Nachhaltigkeitsfonds auf deutsche Aktienunternehmen. Berlin: adelphi; Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Kahlenborn, W., R. Agster, C. Wörlen, M. Menant, V. Pelikan, G. Holzhausen und D. Gya-merah 2010a: Exportförderung innovativer Umwelttechnologien, unveröffentlichte Studie im Auftrag des BMU und des UBA. adelphi / Arepo Consult / econet China.

Kaltschmitt, M. und W. Streicher 2009: Passive Sonnenenergienutzung. In: M. Kaltschmitt und W. Streicher (Hrsg.): Regenerative Energien in Österreich - Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Karlstetter, N., K. Fichter und R. Pfriem 2010: Evolutorische Grundlagen. In: K. Fichter, A. von Gleich, R. Pfriem und B. Siebenhüner (Hrsg.): Theoretische Grundlagen für erfolgreiche Klimaanpassungsstrategien. nordwest2050-Berichte Heft 1, Bremen und Oldenburg: Projektkonsortium ‚nordwest2050‘, 71 – 102.

KEMA 2012: Market Evaluation for Energy Storage in the United States. Zuletzt eingesehen am 23.09.2012, unter http://www.copper.org/about/pressreleases/pdfs/kema_report.pdf.

Kemp, R. und D. Loorbach 2006: Transition Management. A Reflexive Governance Approach. In: Voß, J.-P., D. Bauknecht und R. Kemp: Reflexive Governance for Sustainable Development. Edward Elgar Publishing, 103-130.

Kemp, R., D. Loorbach und J. Rotmans 2007: Transition Management as Model for Managing Processes of Coevolution Towards Sustainable Development. In: International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 14:1, 78-91.

Kern, F. und M. Howlett 2009: Implementing Transition Management as Policy Reforms: a Case Study of the Dutch Energy Sector. In: Policy Sciences, 42:4, 391-408.

Keudel, M. 2006: Water Quality Trading Systems: An Integrated Economic Analysis of Theoretical and Practical Approaches. IWP Discussion Paper No. 2006/1, Institut für Wirtschaftspolitik an der Universität zu Köln.

KfW 2012a: IKK Kommunale Energieversorgung, Programmnummer 203. Zuletzt eingesehen am 05.11.2012, unter [http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/IKK -
Kommunale Energieversorgung/Was wird gefoerdert.jsp](http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/IKK_-_Kommunale_Energieversorgung/Was_wird_gefoerdert.jsp).

KfW 2012b: KfW Umweltprogramm - Was wird gefördert? KfW Bankengruppe. Zuletzt eingesehen am 06.09.2012, unter [http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/KfW-
Umweltprogramm/Was wird gefoerdert.jsp](http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/KfW-Umweltprogramm/Was_wird_gefoerdert.jsp).

Klewes, J. und C. Rauh 2011: Zusammenfassende Ergebnisse der größten internationalen Meta-Analyse staatlicher Kommuniaktionskampagnen (MACC). Change Centre Foundation: Meerbusch.

Kley, F., M. Wietschel und D. Dallinger 2010: Evaluation of European electric vehicle support schemes. Working Paper Sustainability and Innovation No. S 7/2010. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI).

Kluge, T., B. Hansjürgens, H. Hiessl und E. Schramm 2010: Wasser 2050: Nachhaltige wasserwirtschaftliche Systemlösungen – künftige Chancen für die deutsche Wasserwirtschaft. Frankfurt am Main: Institut für sozialökologische Forschung, Frauenhofer ISI, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung.

Knopf, J., W. Kahlenborn, D. Weiss, A. Pechan, N. Khuchua, K. Jacob, H. Bär, M. Grubbe und L. Münch 2011: Innovationspotentiale der umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung. In: UBA-Texte 54/2011. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Knopf, J., W. Kahlenborn, T. Hajduk, D. Weiss, M. Feil, R. Fiedler und J. Klein 2010: Corporate Social Responsibility - National Public Policies in the European Union. Im Auftrag von: Europäische Kommission.

Kolchevnikova, O. 2011: Russian Organic Market Taking Root, Global Agricultural Information Network. Zuletzt eingesehen am 05.01.2013, unter <http://www.globaltrade.net/f/market-research/pdf/Russia/Processing-of-Food-and-Agricultural-Products-Organic-Market-Taking-Root.html>

Kooperation International 2010: China: Industrieabfall-Recycling im Lichte des 12. Fünfjahresplans. Zuletzt eingesehen am 06.08.2012, unter <http://www.kooperation-international.de/detail/info/china-industrieabfall-recycling-im-lichte-des-12-fuenfjahresplans.html>.

Köpke, U., D. Neuhoﬀ und P. M. Küpper 2011: Förderung des Ökologischen Landbaus. Deutschland im europäischen Vergleich. Zuletzt eingesehn am 05.09.2012, unter http://www.zs-l.de/fileadmin/landwirtschaft/file/zsl_dokumente/biolandbau_in_deutschland_k%F6pke.pdf.

KPMG 2011: China's 12th Five-Year Plan: Overview. Zuletzt eingesehen am 09.09.2012, unter <http://www.kpmg.com/CN/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Publicationseries/5-years-plan/Documents/China-12th-Five-Year-Plan-Overview-201104.pdf>.

Kubiv, H. 2012: Erneuerbare Energien Apple darf Biogas-Anlage in North Carolina bauen. Zuletzt eingesehen am 06.12.2012, unter <http://www.macwelt.de/news/Apple-darf-Biogas-Anlage-in-North-Carolina-bauen-5869966.html>.

Langniß, O., T. Kohberg, H.-F. Wülbeck, M. Nast, M. Pehnt, S. Frick, H. Drück und E. Streicher 2011: Evaluierung des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien: Ergebnisse der Förderung für das Jahr 2010. Zuletzt eingesehen am 23.11.2012, unter http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/evaluation_map_2010.pdf.

Lehmann-Waffenschmidt, M. und M. Reichel 2000: Kontingenz, Pfadabhängigkeit und Lock-In als handlungsbeeinflussende Faktoren der Unternehmenspolitik. In: T. Beschorner und R. Pfriem (Hrsg.): Evolutorische Ökonomik und Theorie der Unternehmung. Marburg:

Metropolis. 337 -376

Lehner, O. M. 2012: A Literature Review and Research Agenda for Crowdfunding of Social Ventures. Article for the 2012 Research Colloquium on Social Entrepreneurship 16th – 19th July, University of Oxford, Skoll Center of SAID Business School.

Leprich, U. und A. Schweiger 2007: Energieeffizienz und „Weiße Zertifikate“ - Kurzstudie. Zuletzt eingesehen am 17.11.2012, unter http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/weisse_zertifikate.pdf.

Liedtke, C., M. J. Welfens, H. Rohn und J. Nordmann 2012: Living Lab: User driven Innovation for Sustainability. In: International journal of sustainability in higher education, 13:2, 106-118.

Liu, N. 2011: China's New Renewable Energy Law. In: IUCN Academy of Environmental Law. Zuletzt eingesehen am 29.10.2012, unter http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1764347.

Loew, T., J. Clausen, M. Hall, L. Loft und S. Braun 2009: Case Studies on CSR and Innovation. Berlin, München, Racine.

Lohre, D. und S. Herschlein 2010: Grüne Logistik. Studie zu Begriffsverständnis, Bedeutung und Verbreitung „Grüner Logistik“ in der Speditions- und Logistikbranche.

Loorbach, D. 2007: Transition Management. New Mode of Governance for Sustainable Development. Dissertation an der Erasmus Universiteit Rotterdam, Utrecht, Niederlande.

Loorbach, D. 2010: Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. In: Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions 23:1, 161-183.

Mangold, D., Riegger, M., Schmidt, T. 2007: Solare Nahwärme und Langzeitwärmespeicher. Forschungsbericht zum BMU-Vorhaben 0329607L. Zuletzt eingesehen am 28.12.2012, unter <http://www.solites.de/download/literatur/AB-SUN%20VI%20FKZ%200329607L.pdf>.

Marino, A., P. Bertoldi und S. Rezessy 2010: Energy Service Companies Market in Europe - Status Report 2010. Zuletzt eingesehen am 12.01.2013, unter <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/15108/1/jrc59863%20real%20final%20esco%20report%202010.pdf>.

Markard, J., R. Raven und B. Truffer 2012: Sustainability Transitions: An Emerging Field of research and its prospects. In: Research Policy 41:6, 955-967.

Marstal Fjernvarme 2005: Final Technical Report. Zuletzt eingesehen am 22.11.2012, unter www.nhsoft.dk/work/Kompressor/solvarme/marstal/133200710645.pdf.

Matthies, E. und D. Thomas 2012: Sustainability-related routines in the workplace – prerequisites for successful change. In: R. Defila, A. DiGiulio und R. Kaufman-Hayoz: The Nature of Sustainable Consumption and How to Achieve it. Results from the Focal Topic “From

Knowledge to Action – New Paths Towards Sustainable Consumption“. Berlin: oekom, 211-228.

Mayer, F. und C. Velten 2010: Nachhaltiges Wachstum finanzieren – Strategie und Finanzierungsinstrumente für eine Green Economy. Zuletzt eingesehen am 23.11.2012, unter <http://library.fes.de/pdf-files/managerkreis/07678.pdf>.

McKinsey 2012: Recharging China's electric vehicle aspirations - A perspective on revitalizing China's electric vehicle industry. Zuletzt eingesehen am 27.11.2012, unter <http://www.mckinseychina.com/wp-content/uploads/2012/04/McKinsey-Recharging-Chinas-Electric-Vehicle-Aspirations.pdf>

METI 2006: Strategic Technology Roadmap (Energy Sector) – Energy Technology Vision 2100. Zuletzt eingesehen am 16.09.2012, unter <http://www.iae.or.jp/2100/main.pdf>.

METI 2010: Outline of the Next-Generation Vehicle Strategy 2010. Zuletzt eingesehen am 29.11.2012, unter http://www.meti.go.jp/english/press/data/20100412_02.html.

Miles, J., F. McKenzie und R. Harris 2011: Study regarding guidelines for public funding of Intelligent Transportation Systems. Zuletzt eingesehen am 23.11.2012, unter http://ec.europa.eu/transport/themes/its/studies/doc/2011_05-its-public-funding-guidelines.pdf.

MINETL 2012: Le crédit d'impôt développement durable; Ministère de l'égalité des territoires et du logement. Zuletzt eingesehen am 06.10.2012, unter <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-credit-d-impot-developpement.html>.

Moma 2011: Arbeitspaket 5, AS5.5 – Untersuchung des technischen, energiewirtschaftlichen und regulatorischen Rahmens. Zuletzt eingesehen am 22.12.2012, unter http://www.modellstadt-mannheim.de/moma/web/media/pdf/Bericht_zur_Nachhaltigkeit.pdf.

Müller, J. 2007: Welche Möglichkeiten der Klärschlammverwertung. Gibt es außerhalb der Landwirtschaft? Beispiel: Seaborne-Verfahren. Internationale Konferenz „Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie und ihre Auswirkungen im kommunalen Bereich“, Osnabrück, Oktober 2007.

NABU 2001: Leitfaden ökologische Dämmstoffe - Wärmedämmung für Wohngesundheit und Energieeinsparung. Zuletzt eingesehen am 14.12.2012, unter <http://www.nabu.de/downloads/studien/leitfadendaemm.pdf>.

Nice Grid 2012: Le stockage d'énergie. Zuletzt eingesehen am 06.11.2012, unter <http://www.nicegrid.fr/nice-grid-le-stockage-d-energie-10.htm>.

Nordqvist, J. 2006: Evaluation of Japan's Top Runner Programme, Within the framework of the AID-EE Project, AID-EE (Project executed within the framework of the Energy Intelligence for Europe Programme). Zuletzt eingesehen am 18.10.2012, unter <http://www.aid-ee.org/documents/018TopRunner-Japan.PDF>.

nordwest2050 Konsortium (Hrsg.) 2012: Chancen der Klimaanpassung: Innovationspotenziale in der Metropole Nordwest. Zuletzt eingesehen am 20.07.2012, unter

http://www.nordwest2050.de/index_nw2050.php?obj=page&id=163&unid=edc1f8d958ae30d6809c1bc36e4285e2.

NPE 2010: Zwischenbericht der Arbeitsgruppe 1 – Antriebstechnologien und Fahrzeugintegration. Zuletzt eingesehen am 25.11.2012, unter <http://www.forum-elektromobilitaet.de/flycms/de/web/146/-/Nationale+Plattform+Elektromobilitaet.html>.

NPE 2012: Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (Dritter Bericht). Zuletzt eingesehen am 30.11.2012, unter http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bericht_emob_3_bf.pdf.

NRC 2010: Toward Sustainable Agricultural Systems in the 21st Century. National Academy Press.

Nußbicker-Lux, J. 2009: Solarunterstützte Nahwärmeversorgungen in Neckarsulm und Friedrichshafen - Betriebsergebnisse und Betriebserfahrungen. Tagung Große Solaranlagen 30.-31.03.2009 im Haus der Wirtschaft, Stuttgart.

OECD 1999: The Environmental Goods and Services Industry – Manual for Data Collection and Analysis. Paris: OECD Publishing.

OECD 2002: OECD Environmental Performance Reviews: United Kingdom. Paris: OECD Publishing.

OECD 2003: Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies. Paris: OECD Publishing.

OECD 2008: OECD Environmental Outlook to 2030. Paris: OECD Publishing.

OECD 2010a: OECD Environmental Performance Reviews: Japan. Paris: OECD Publishing.

OECD 2010b: OECD Wissenschafts-, Technologie- und Industrieausblick. Paris: OECD Publishing.

OECD 2011a: Towards Green Growth: A Summary for Policy Makers. Paris: OECD Publishing.

OECD 2011b: OECD Regions at a Glance 2011 - regional range of % municipal waste that is recycled (2008); Zuletzt eingesehen am 04.08.2012, unter http://www.oecd-ilibrary.org/sites/reg_glance-2011-en/05/04/index.html?jsessionid=h6g9ogvdan97.delta?contentType=&itemId=/content/chapter/reg_glance-2011-35-en&containerItemId=/content/serial/19990057&accessItemIds=/content/book/reg_glance-2011-en&mimeType=text/html.

OECD 2011c: Resource Productivity in the G8 and the OECD - A Report in the Framework of the Kobe 3R Action Plan. Paris: OECD Publishing.

OECD 2012a: Inventory of Estimated Budgetary Support and Tax Expenditures for Fossil Fuels 2013. Paris: OECD Publishing.

OECD 2012b: OECD Environmental Performance Reviews: Germany. Paris: OECD Publishing.

OECD 2012c: OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-202. Paris: OECD Publishing.

oekom research 2012: oekom Corporate Responsibility Review 2012. Nachhaltigkeit in Unternehmensführung und Kapitalanlagen – eine Bestandsaufnahme. Zuletzt eingesehen am 25.10.2012, unter http://www.oekom-research.com/homepage/german/oekom_CR_Review_2012.pdf.

Oertel, D. 2008: Energiespeicher – Stand und Perspektiven; Sachstandsbericht zum Monitoring „Nachhaltige Energieversorgung“. Zuletzt eingesehen am 19.11.2012, unter <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab123.pdf>.

Oldenburg, M. 2011: Organisation einer Betriebsgesellschaft für ein neuartiges Sanitärsystem zur Abwasserverwertung Demonstrationsprojekt Lübeck-Flintenbreite. Vortrag auf der Konferenz Berbion – die Stadt der Zukunft, 25. August 2011, Hamburg.

Olk, T. 2003: Bürgerengagement und aktivierender Staat – zwei Seiten einer Medaille? In: H. Backhaus-Maul und H. Brühl (Hrsg.): Bürgergesellschaft und Unternehmen – zur neuen Rolle von Unternehmen. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik, 19-28.

Otterpohl, R. 2012: Persönliche Email vom 5.11.2012. Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz. TUHH Technische Universität Hamburg-Harburg.

Pegels, A. 2011: Pitfalls of policy implementation: the case of the South African feed-in tariff. In: J. Haseli, I. Nygaard, U. Hansen und E. Ackom (Hrsg.) Diffusion of renewable energy technologies: case studies of enabling frameworks in developing countries. Zuletzt eingesehen am 25.10.2012, unter <http://www.tech-action.org/Perspectives/DiffusionRenewableEnergyTechnologies.pdf>.

Peters, A und E. Dütschke 2010: Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Analyse aus Expertensicht. Zuletzt eingesehen am 16.11.2012, unter http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/Images/FSEM_Ergebnisbericht_Experteninterviews_tcm243-66462.pdf.

Pieper, C. und H. Rubel 2011: Revisiting Energy Storage – There Is a Business Case. Zuletzt eingesehen am 19.12.2012, unter <http://www.bcg.com/documents/file72092.pdf>.

PIER 2011: 2020 Strategic Analysis of Energy Storage in California. Zuletzt eingesehen am 14.12.2012, unter <http://www.energy.ca.gov/2011publications/CEC-500-2011-047/CEC-500-2011-047.pdf>.

Pike Research 2011: Executive Summary: Energy Efficient Buildings: Global Outlook. Zuletzt eingesehen am 05.08.2012, unter <http://www.pikeresearch.com/research/energy->

[efficient-buildings-global-outlook.](#)

Pôle EAU 2012: Axes stratégiques du Pôle Eau; Pôle de Compétitivité à vocation mondiale. Zuletzt eingesehen am 05.10.2012, unter <http://www.pole-eau.com/index.php?mainpage=58&page=190&subpage=>.

Pope, N. D. 2011: Crowdfunding Microstartups: It's Time for the Securities and Exchange Commission to Approve a Small Offering Exemption. In: University of Pennsylvania Journal of Business Law, 13: 4, 101-129.

Poverty Environment: Partnership 2012: Building an Inclusive Green Economy for All! Opportunities and Challenges for Overcoming Poverty and Inequality. Zuletzt eingesehen am 06.11.2012, unter <http://www.un.org/en/sustainablefuture/pdf/PR%20Green%20Economy%20for%20All%20FINAL%20130612.pdf>.

Preu, F. und B. Richardson 2011: German Socially Responsible Investment: Barriers and Opportunities. In: German Law Journal, 12:3, 865-900.

PriceWaterhouseCoopers 2009: Land unter für den Klimaschutz? Die Transport- und Logistikbranche im Fokus. Zuletzt eingesehen am 07.12.2012, unter http://www.pwc.de/de_DE/de/transport-und-logistik/assets/klimaschutz_final.pdf.

PRIW 2009: Phosphorus in Agriculture. Global Resources, Trends and Developments. Zuletzt eingesehen am 14.12.2012, unter <http://edepot.wur.nl/12571>.

Prognos 2009: Energieeffizienz in der Industrie. Eine makroskopische Analyse der Effizienzentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Rolle des Maschinen- und Anlagenbaus. Zuletzt eingesehen am 18.11.2012, unter http://www.prognos.com/fileadmin/pdf/publikationsdatenbank/Prognos_Energieeffizienz_in_der_Industrie.pdf.

Prognos, EWI, gws 2010: Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studienprojekt Nr. 12/10 im Auftrag des BMWi, Köln Basel Osnabrück.

Puaschunder, J. 2011: On the emergence, current state and future perspectives of Socially Responsible Investment (SRI). Harvard University Faculty of Arts and Sciences, Center for the Environment. Zuletzt eingesehen am 29.11.2012, unter http://www.wcfia.harvard.edu/sites/default/files/Puaschunder_Emergence_Current_State_Future_SRI_2011_7.pdf.

PWC 2010: Elektromobilität - Herausforderung für Industrie und öffentliche Hand; Fraunhofer IAO.

Rave, T. 2009: Umweltinnovationen und Umweltpatente in Deutschland – erste empirische Ergebnisse. Ifo Schnelldienst 14/2009, 16-23.

Reinhardt, F., R. Stavins und R. Vietor 2008: Corporate Social Responsibility through an Economic Lens. Zuletzt eingesehen am 29.11.2012, unter <http://www.hks.harvard.edu/m->

rcbg/heep/papers/Reinhardt-Stavins-Vietor-CSR-Four-Questions.pdf.

Renews 2012: Strom speichern. Strom speichern. Zuletzt eingesehen am 05.11.2012, unter http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/57_Renews_Spezial_Strom_speichern_mar12_online_01.pdf.

Renneboog, L., J. Horst und C. Zhang 2008: Socially responsible investments: Institutional aspects, performance, and investor behavior. In: Journal of Banking & Finance, 32, 1723-1742.

Rennings, K., C. Rammer und U. Obernhofer et al. 2008: Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau: UBA.

RETech 2009a: Länderprofil Abfallwirtschaft China, German Recycling Technologies and Waste Management Partnership e.V. Zuletzt eingesehen am 25.11.2012, unter http://www.retech-germany.net/files/pdf_dokumente/application/pdf/lp_vr_china_091126.pdf.

RETech 2009b: Länderprofil Abfallwirtschaft Indien, German Recycling Technologies and Waste Management Partnership e.V. Zuletzt eingesehen am 25.11.2012, unter http://www.retech-germany.net/files/pdf_dokumente/application/pdf/lp_indien_091126.pdf.

RETech 2009c: Länderprofil Abfallwirtschaft Russland, German Recycling Technologies and Waste Management Partnership e.V. Zuletzt eingesehen am 25.11.2012, unter http://www.retech-germany.net/files/pdf_dokumente/application/pdf/kpneu_russland.pdf.

Reuters 2012: Table – China's renewable energy targets for 2015 and 2020. Zuletzt eingesehen am 24.10.2012, unter <http://af.reuters.com/article/energyOilNews/idAFL4E8JD2WV20120814>

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley. 2009: Planetary Boundaries. Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In: Ecology and Society 14:2, 32.

Rogers, E. 2003: Diffusion of Innovations. 5th edition. London, New York, Toronto, Sydney: Free Press.

Rohrig, K. 2009: Regenerative Modellregion Harz, E-Energy Jahreskongress, 26./27.2.2009, Berlin. Zuletzt eingesehen am 17.08.2012, unter http://www.e-energy.de/documents/RegModHarz_Rohrig_261109.pdf.

Rohrig, K. 2011: Die Energie der Zukunft – 100% erneuerbare Stromversorgung bis 2050. Vortrag auf den Erneuerbaren Energien Tagen am 24. und 25.2.2011 in Düsseldorf. Zuletzt eingesehen am 17.08.2012, unter www.iset.uni-kassel.de.

Rotmans, J. und D. Loorbach 2011: Towards a Better Understanding of Transitions and Their Governance. A Systemic and Reflexive Approach. In: J. Grin, J. Rotmans und J. Schot (Hrsg): Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformation Change. New York: Routledge, 105–220.

Rubinton, B. J. 2011: Crowdfunding – Disintermediated investment banking. SSRN Working paper series. Zuletzt eingesehen am 17.07.2012, unter <http://ssrn.com/abstract=1807204>.

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie 2012: Wassererosion. Zuletzt eingesehen am 01.11.2012, unter www.umwelt.sachsen.de.

Santos, G., H. Behrendt und A. Teytelboym 2010: Part II: Policy instruments for sustainable road transportation. In: Research in Transportation Economics 28, 46-9.

Sartorius, C. 2008: Vergleich der Wettbewerbsfähigkeit technologieanbietender Länder. Karlsruhe: ISI 2008.

Sawin, J. L. 2012: Renewables 2012 – Global Status Report, Renewables Energy Police Network of the 21st Century (REN21). Zuletzt eingesehen am 22.11.2012, unter <http://www.examiner.com/article/ren21-unep-report-global-renewable-energy-growth-2011>.

SBI 2010: Herausforderung Klimakompetenz: Kundenerwartungen an Finanzdienstleister, Ergebnisse einer Befragung von Privat- und Geschäftskunden. Zuletzt eingesehen am 09.12.2012, unter http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/Herausforderung_Klimakompetenz.pdf.

Scharlau, J. 2009: Socially Responsible Investment. Schriften zum europäischen und internationalen Privat-, Bank- und Wirtschaftsrecht. Band 30. De Rechtswissen-Gruyter.

Schasse, U., B. Gehrke und K. Ostertag 2011: Ausgewählte Indikatoren zur Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutz- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich: Produktion, Außenhandel, Umweltforschung und Patente. Dessau: UBA.

Schmidt, S. und C. Weistroffer 2010: Responsible Investments. Mehr als eine Modeerscheinung. Aktuelle Themen 484. Deutsche Bank Research.

Schneeweiß, A. 2010: Finanzierung nachhaltiger Entwicklung. Ein Überblick über die Situation nachhaltiger Geldanlagen in Deutschland. Heinrich Böll Stiftung. Schriften zu Wirtschaft und Soziales. Band 6.

Schneidewind, U. und K. Augenstein 2012: Analyzing a transition to a sustainability-oriented science system in Germany. In: Environmental Innovation and Societal Transition, 3, 16-28.

Schnelle, K. und M. Voigt 2012: Energiewende und Bürgerbeteiligung. Öffentliche Akzeptanz von Infrastrukturprojekten am Beispiel der Thüringer Strombrücke. Studie im Auftrag von Germanwatch, DAKT – Die Andere Kommunalpolitik Thüringen und der Heinrich-Böll-Stiftung.

Scholl, G. 2009: Marketing nachhaltiger Dienstleistungen: Bedingungen der Übernahme und Empfehlungen zur Vermarktung eigentumsersetzender Konsumpraktiken. Marburg:

Metropolis.

Scholl, G., L. Schulz, E. Süßbauer und S. Otto 2010: Nutzen statt Besitzen: Perspektiven für ressourceneffizienten Konsum durch innovative Dienstleistungen. Ressourceneffizienzpaper 12.4 Paper zu Arbeitspaket 12 „Konsumenten- und kundennahe Ressourcenpolitikoptionen“ des Projekts „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRess).

Schönböck, W., G. Oppolzer, A. Kraemer, W. Hansen und N. Herbke 2003: Internationaler Vergleich der Siedlungswasserwirtschaft, Informationen zur Umweltpolitik, Österreichischer Staedtebund, Österreichische Bundesarbeiterkammer, Ecologic Berlin-Brüssel, ifip TU Wien. Zuletzt eingesehen am 12.10.2012, unter <http://www.ecologic.eu/de/1328>.

Schramm, E. und J. von Horn 2008: Düngerrückgewinnung aus Abwasser: Technologien für die Zukunft. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 32. Frankfurt.

Schreyögg, G., J. Sydow und J. Koch 2003: Organisatorische Pfade. Von der Pfadabhängigkeit zur Pfadkreation? In: G. Schreyögg und J. Sydow (Hrsg.): Strategische Prozesse und Pfade. Wiesbaden: Gabler.

Skysails 2010: Unternehmenshomepage. Zuletzt eingesehen am 08.08.2012, unter www.skysails.info.

Soil Association 2012: Organic Market Report 2012. Zuletzt eingesehen am 09.09.2012, unter <http://www.soilassociation.org/LinkClick.aspx?fileticket=5QS24GNSZTA%3D&tabid=116>.

SRU 2011: Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten Januar 2011. Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen.

SRU 2012: Umweltgutachten 2012- Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kurzfassung für Entscheidungsträger - Juni 2012. Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen.

Statistisches Bundesamt 2011: Umsatz mit Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz - Fachserie 19 Reihe 3.3 – 2009.

Statistisches Bundesamt 2012: Umsatz mit Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz - Fachserie 19 Reihe 3.3 – 2010.

Sterner, M., C. Pape, Y.-M. Saint-Drenan, A. von Oehsen, M. Specht, U. Zuberbühler und B. Stürmer 2010: Towards 100% renewables and beyond power: The possibility of wind to generate renewable fuels and materials. Vortrag auf der DEWEC 2010 Bremen am 18.11.10.

Steurer, R. 2010a: Sustainable Development as a Governance Reform Agenda: Principles and Challenges. In: R. Steurer und R. Trutnigg (Hrsg.): Nachhaltigkeit regieren. Eine Bilanz zu Governance-Prinzipien und –Praktiken. München: oekom Verlag. 33-52.

Steurer, R. 2010b: The Role of Governments in Corporate Social Responsibility: Characterising Public Policies on CSR in Europe. In: Policy Sciences 43:1, 49-72.

Stigson, B., S. P. Babu, J. Bordewijk, P. O'Donnell, P. Haavisto, J. Morgan und D. Osborn 2009: Peer Review on Sustainable Development Policies in Germany. Peer Review der deutschen Nachhaltigkeitspolitik, texte Nr. 29, Rat für Nachhaltige Entwicklung, Berlin.

Stolze, M. und N. Lampkin 2005: Einbettung des ökologischen Landbaus in die EU-Agrarpolitik – Der EU-Aktionsplan für den ökologischen Landbau. In: Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie 01/05, 57-67.

Stolze, M. und N. Lampkin 2009: Policy for organic farming: Rationale and concepts. In: Food Policy 34:3, 237-244.

Störmer, E. und C. Binz 2010: Zukunft der dezentralen Wassertechnologien - Mögliche Massenmärkte und neue Lösungsansätze für Onsite-Technologien in der Siedlungswasserwirtschaft. Bericht der Experteninterview-Kampagne. Eawag, 8600 Dübendorf, Schweiz.

Strato 2012: Klimaschutz – Strom aus Laufwasserkraft. Zuletzt eingesehen am 08.08.2012, unter <http://www.strato.de/ueber-uns/klimaschutz/>.

Sustainia 2012: Sustainia 100. Zuletzt eingesehen am 08.12.2012, unter http://www.sustainia.me/resources/sustainia_100_concept_paper.pdf.

Swason, D. und S. Bhadwal (Hrsg.) 2009: Creating Adaptive Policies. A Guide for Policy-making in an Uncertain World. New Delhi: Sage Publications.

TACTICS 2012: Fostering User-Driven Innovation through Clusters. Zuletzt eingesehen am 08.02.2013, unter <http://www.eca-tactics.eu/sites/default/files/page/12/10/Fostering%20User-Driven%20Innovation%20through%20clusters.pdf>.

Terazono, A. und Y. Moriguchi 2005: Waste Management and Recycling in Asia. In: International Review for Environmental Strategies, 5:2, 477 – 498.

Teufel, J., F. Rubik, G. Scholl, B. Stratmann, K. Graulich und A. Manhart 2009: Untersuchung zur möglichen Ausgestaltung und Marktimplementierung eines Nachhaltigkeitslabels zur Verbraucherinformation. Studie des Öko-Institut e.V. und der IÖW GmbH im Auftrag der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

Thilak, A.B.G. 2010: Global Small Hydro Power Market Analysis to 2020 - Installed Capacity, Generation, Investment Trends. In: Alternative Energy eMagazine 9 (2010). Zuletzt eingesehen am 30.10.2012, unter <http://www.altenergymag.com>.

UBA 2007a: Umweltpolitische Innovations- und Wachstumsmärkte aus Sicht der Unternehmen.

UBA 2007b: Zukunftsmarkt Dezentrales Wasseraufbereitung und Regenwassermanagement.

UBA 2007c: Zukunftsmarkt Elektrische Energiespeicherung.

UBA 2010: Boden braucht Schutz. Zuletzt eingesehen am 30.10.2012, unter www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de.

UBA 2011: STICKSTOFF – ZUVIEL DES GUTEN? Überlastung des Stickstoffkreislaufs zum Nutzen von Umwelt und Mensch wirksam reduzieren.

UBA 2012a: Carbon Footprint – Teilgutachten „Abbau von Hemmnissen zur Emissionsminderung“.

UBA 2012b: Optimierung der Verwertung organischer Abfälle. UBA Texte 31/2012.

UGR 2011: Umweltökonomische Gesamtrechnung, Umweltnutzung und Wirtschaft - Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

UN 2012: The Future We Want. Resolution der Generalversammlung der Vereinten Nationen A/RES/66/288. New York: Vereinte Nationen.

UN DESA-DSD 2009a: France's national report for the 18th session of the United Nations Commission on Sustainable Development (CSD-18).

UN DESA-DSD 2009b: Japan - national reporting to the 18th session of the commission on sustainable development (CSD-18).

UNEP 2010: Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development, a rapid response assessment. Zuletzt eingesehn am 18.10.2012, unter <http://www.grida.no/publications/rr/sickwater/>.

UNEP 2011: Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. Zuletzt eingesehen am 23.08.2012, unter <http://www.unep.org/greeneconomy/greeneconomyreport/tabid/29846/default.aspx>.

UNESCAP 2012: Case Study: Mandating the best energy-efficient appliances: Japan's Top Runner Programme, Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific. Zuletzt eingesehen am 23.08.2012, unter http://www.unescap.org/esd/environment/lcgg/documents/roadmap/case_study_fact_sheets/Case%20Studies/CS-Japan-Top-Runner-programme.pdf.

Unmüssig, B. 2012: Grüne Ökonomie – die neue Zauberformel? In: Zeitschrift Vereinte Nationen, 1:60, 3 -9.

USDA 2012: Water and Waste Revolving Fund Grants. Zuletzt eingesehen am 01.10.2012, unter <http://www.rurdev.usda.gov/UWP-revolvingfund.html>.

USDOT 2008: Federal-Aid Highway Program Guidance on High Occupancy Vehicle (HOV).

USSIF 2010: Report on Socially Responsible Investing Trends in the United States.

VDA 2012: Jahreszahlen Allgemeines. Zuletzt eingesehen am 01.10.2012, unter

<http://www.vda.de/de/zahlen/jahreszahlen/allgemeines/>.

Visser, W. 2010: The Age of Responsibility: CSR 2.0 and the New DNA of Business. In: Journal of Business Systems, Governance and Ethics 5:3, 7-22.

von Hirschhausen, C. 2011: Energiewende: Falsche Fixierung auf die Kosten. In: DIW Wochenbericht Nr. 17 2011.

Voß, J.-P., A. Smith und J. Grin 2009: Designing Long-term Policy: Rethinking Transition Management. In: Policy Science 42:4, 275-302.

WageningenUR 2011: The Organic Market in the Netherlands. Organic Knowledge Update. February 2011. Zuletzt eingesehen am 20.01.2013, unter <http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDUQFjAA&url=http%3A%2F%2Forgprints.org%2F18910%2F1%2FThe%20organic%20market%20in%20the%20Netherlands.pdf&ei=G86zUKaqNITAtAb0n4BQ&usq=AFQjCNGFI1ptIDIUP7YqXLnW3mpgl-mW6g>.

Wallner, H. P. 1999: Towards sustainable development of industry: networking, complexity and eco-clusters. In: Journal of Cleaner Production, 7, 49-58.

WBCSD 2010: Vision 2050. World Business Council for Sustainable Development. <http://www.wbcsd.org/vision2050.aspx>.

WBGU 2011: Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine globale Transformation, Hauptgutachten des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, Berlin.

WBGU 2012a: Factsheet 5: Forschung und Bildung für die Transformation.

WBGU 2012b: Finanzierung der globalen Energiewende, Politikpapier Nr. 7, Berlin.

Weber, M. 2005: Environmental Technologies. Background Paper for the European Commission's High Level Group on „Key Technologies“. Zuletzt eingesehen am 02.02.2013, unter http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/kte-environmental-technologies_en.pdf.

Weber, M. und C. Hey 2012: Effektive und effiziente Klimapolitik: Instrumentenmix, EEG und Subsidiarität. In: Wirtschaftsdienst 92:1. Zuletzt eingesehen am 15.09.2012, unter <http://www.wirtschaftsdienst.eu/archiv/jahr/2012/13/2733/hu/>.

Weiß, R. 2010: Carbon Footprint wird zum Wettbewerbsfaktor. In: Umweltmagazin Juli-August 2010, 48-50.

Weiß, R., K. Fichter und J. Clausen 2012: Einfluss von Gründer-Pionieren bei der Markteinführung von Nachhaltigkeitsinnovationen. Paper, vorgestellt beim G-Forum in Potsdam am 08.11.2012. Zuletzt eingesehen am 14.11.2012, unter http://www.fgf-ev.de/structure_default/main.asp?G=111327&A=1&S=fwBNTd85Z3qd455841h3J3yAC8771jq468IP2dX64vL2nG15i9555&N=164550&ID=-1&P=6&O=-1&L=1031.

Werner, A., F. Dreger und J. Schwarz 2008: Informationsgeleitete Pflanzenproduktion mit

Precision Farming als zentrale inhaltliche und technische Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung der landwirtschaftlichen Landnutzung.

World Bank 2011: The China New Energy Vehicle Program – Challenges and Opportunities; World Bank, PRTM Management Consultants, Inc.

World Bank 2012: Inclusive green growth – The pathway to sustainable development, World Bank, Washington DC. Zuletzt eingesehen am 15.01.2013, unter [http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Inclusive Green Growth May 2012.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Inclusive_Green_Growth_May_2012.pdf).

World Economic Forum 2012: The Global Competitiveness Report 2012-2013: Country Profile Highlights. Zuletzt eingesehen am 15.02.2013, unter http://www3.weforum.org/docs/CSI/2012-13/GCR_CountryHighlights_2012-13.pdf.

WWF 2011: The Regulatory Context for Responsible Investing in South Africa. A High-Level Overview of the Legal and Selfregulation Framework for Sustainable Investment by Institutional Investors in South Africa. WWF Briefing. Zuletzt eingesehen am 7.11.2012, unter http://awsassets.wwf.org.za/downloads/ggsa_paper_girdwood_regulatory_context.pdf.

Young, S. 2012: Cross-National Differences in Corporate Social Responsibility In the Global Apparel Industry. Dissertation and der Ohio State University, Columbus/OH.

Anhang I – AP 1.3.: Methodik der Identifizierung, Analyse und Auswahl von Schlüsselinnovationen der Green Economy

Bei der Identifizierung und Auswahl von Schlüsselinnovationen der “Green Economy” wird einem “Trichtermodell” gefolgt:

- Auf Basis einer Literaturschau soll zunächst eine relativ große Anzahl (rund 100) innovativer Technologien und Lösungen identifiziert werden, die für “grüne” Zukunftsmärkte und die Zielsetzungen einer Green Economy eine hohe Relevanz haben.
- Diese rund 100 innovativen Technologien und Lösungen werden dann anhand ausgewählter Kriterien analysiert.
- Aus diesem Ausgangspool sollen dann rund 30 innovative Lösungen ausgewählt werden, die mit Blick auf die ausgewählten Bedarfs- und Suchfelder eine hohe ökologische Relevanz sowie für die im Fokus stehenden Industrie- und BRICS-Länder ein hohes Marktpotenzial aufweisen und damit als „Schlüsselinnovationen“ eingestuft werden können.
- Aus dem Pool von rund 30 Schlüsselinnovationen für eine Green Economy sollen dann einem weiteren Schritt zehn Fälle ausgewählt werden, die in AP 2.1 stellvertretend für den größeren Pool an innovativen Lösungen vertiefend auf Treiber und Hemmnisse untersucht werden.

Für die Identifizierung, Analyse und Auswahl innovativer Technologien und Lösungen, die für grüne Zukunftsmärkte und die Zielsetzungen einer Green Economy relevant sein können, ist festzulegen, welche Aspekte und Kriterien von Bedeutung sind und für die Bewertung und Auswahl herangezogen werden sollen. Dafür ist zunächst zu klären, was hier unter einer „innovativen Lösung“ bzw. einer „Innovation“ verstanden werden soll.

Der vorliegenden Studie wird ein breiter Innovationsbegriff zu Grunde gelegt. Unter „Innovationen“ werden hier neuartige Lösungen verstanden, die sich in unterschiedlichen Phasen befinden können. Dazu soll auf eine grobe, aber trotzdem differenzierende Phaseneinteilung zurückgegriffen werden, die auch in früheren Studien (IFEU, Fraunhofer ISI, Prognos, GWS et al. 2011: 342) bereits zur Anwendung gekommen ist:

- Grundlagenforschung
- Anwendungsforschung
- Prototypen / Pilotanlagen
- Markteinführung
- Diffusion

Die Zuordnung einer neuartigen Lösung in eine oder mehrere der genannten Phasen ist sowohl für die Herausarbeitung des Forschungsbedarfs als auch die spätere Analyse der Treiber und Hemmnisse von Belang, weil sich die Einflussfaktoren hier grundlegend unterscheiden können. Im Gegensatz zu einem „engeren“ Innovationsbegriff, der sich auf die Entwicklung und Durchsetzung neuartiger Lösungen beschränkt, sollen hier also auch Lösungen miteinbezogen werden, die sich noch in der Inventionsphase (Grundlagenforschung) befinden oder auch bereits am Markt verfügbar sind und der Diffusionsphase zugeordnet werden können.

Wie oben bereits angedeutet wurde, werden hier bei der Auseinandersetzung mit innovativen Lösungen für eine Green Economy drei Arbeitsschritte unterschieden:

Schritt 1: Suche und Identifizierung potentiell relevanter Technologien und Lösungen

Schritt 2: Analyse innovativer Lösungen

Schritt 3: Auswahl relevanter Technologien und Lösungen für die Green Economy

Schritt 4: Auswahl von zehn Fällen für eine vertiefende Analyse.

Schritt 1: Suche und Identifizierung potentiell relevanter Technologien und Lösungen

Für die Suche und Identifizierung potentiell relevanter Technologien und Lösungen ist zunächst wichtig zu klären, wo die Ziele einer Green Economy liegen und wo die ökologischen Herausforderungen, zu denen die innovativen Lösungen beitragen sollen, besonders groß sind. Dabei wird hier Bezug genommen auf das gemeinsam von BMBF und BMU formulierte Leitbild „Green Economy“, in dem es heißt: „Nur der Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und die Beachtung der Tragfähigkeit der Ökosysteme (Planetary Boundaries) sichert langfristig die Möglichkeit einer dynamischen wirtschaftlichen Entwicklung und des sozialen Zusammenhalts in der Gesellschaft. Beides sind wichtige Voraussetzungen für den Schutz der Umwelt.“ (BMBF und BMU 2012a: 1) Untersuchungen von Rockström et al. (2009) zeigen, dass die globalen Tragekapazitäten insbesondere beim Verlust an Artenvielfalt (Biodiversität), dem Stickstoffkreislauf und dem Klimawandel deutlich überschritten werden (vgl. BMU 2012: 5). Neben den Zielen bzw. Charakteristika einer Green Economy (vgl. BMU 2012a: 6) wird deshalb diesen ökologischen Herausforderungen bei der Suche und Identifizierung innovativer Technologien und Lösungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Weiterhin wird bei der Identifikation potentieller Schlüsseltechnologien und -innovationen auftragsgemäß bewusst über die bisherigen institutionellen Strukturen und Programme des BMBF hinausgegangen. Neben Technologien und den damit verbundenen Produkten, werden daher auch andere innovative Nachhaltigkeitslösungen wie z. B. innovative Dienstleistungskonzepte oder kombinierte Produkt-Service-Systeme (z. B. Leasing-, Sharing-, Contracting-Modelle) einbezogen, da „neben technischen auch organisatorische und soziale Innovationen für den Übergang zu einer Green Economy erforderlich sind.“ (BMBF und BMU 2012a: 4). Dabei werden nicht nur die Wertschöpfungsketten in den jeweiligen Bedarfsfeldern berücksichtigt, sondern Technologien, Prozesse, Stoff- und Energiekreisläufe als Teil von integrierten Nutzungssystemen betrachtet. Eine solche ganzheitliche und systemische Betrachtung wurde in einer Vorgängerstudie für die Roadmap Umwelttechnologien 2020 und zukünftige Förderstrategien empfohlen (vgl. Jörissen et al. 2010: 66).

Die Suche nach potentiell relevanten Technologien und Nachhaltigkeitslösungen soll auftragsgemäß für die drei Bedarfsfelder Ernährung, Wohnen und Mobilität erfolgen. Mit Blick auf die Bedeutung der Energiewende für die Transformation zu einer Green Economy und die Tatsache, dass viele innovative Energielösungen nicht einem einzelnen Bedarfsfeld zugeordnet werden können, soll hier auch nach bedarfsfeldübergreifenden Energielösungen gesucht werden. Wie bisherige Untersuchungen zu Green Economy zeigen (vgl. UNEP 2011) kommt neben technischen und produktbezogenen Lösungen auch Dienstleistungen eine zentrale Rolle bei der Transformation zu. Dies gilt sowohl für reine Dienstleistungen wie z. B. Finanz- oder IT-Dienstleistungen wie auch für Dienstleistungen mit Produktbezug (Reparatur, Wartung, Rücknahme, Upgrading, Reuse, Recycling etc.) oder produkt- bzw. eigentumsersetzende Dienstleistungen wie z. B. Leasing, Contracting, Facility Management etc. (vgl. Scholl 2009). Mit Blick auf die gewachsene Bedeutung des Dienstleistungssektors für die Gesamtwirtschaft (Tertiärisierung) und wesentliche Rolle von Dienstleistungen für viele

Nutzungs- oder Produkt-Service-Systeme werden “Green Services” als fünftes Suchfeld in die Recherche aufgenommen.

- Suchfelder für innovative Technologien und Lösungen:
- Bedarfsfeld Ernährung
- Bedarfsfeld Wohnen
- Bedarfsfeld Mobilität
- Bedarfsfeldübergreifende Energielösungen
- Bedarfsfeldübergreifende Green Services.

Bei der Suche und Identifizierung potentiell relevanter Innovationen für die Transformation zu einer Green Economy wird hier sowohl auf Vorgängerstudien und Dokumente der Roadmap Umwelttechnologien 2020 (Jörissen et al. 2010; BMU und BMBF 2008 etc.) sowie auf einschlägige nationale und internationale Studien zurückgegriffen (vgl. Literaturverzeichnis). Aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen der Studie muss sich die Recherche auf eine sekundäranalytische Auswertung vorliegender Studien und Dokumente beschränken.

Schritt 2: Analyse innovativer Lösungen

Nach der Identifizierung potentiell relevanter Innovationen (Schritt 1) geht es in Schritt 2 um die Analyse der ermittelten Technologien und Lösungen, die für die Entwicklung einer Green Economy von wesentlicher Bedeutung sein können. Dazu wurden folgende Analyse-Kriterien erarbeitet:

- Innovationspotenzial: Art und Grad der Neuartigkeit
- Phase: In welcher Phase befindet sich die neuartige Lösung (vgl. Phaseneinteilung oben)
- Anwendungsbreite: Eignung für ein/wenige oder für viele Anwendungs-/Bedarfsfelder?
- Relevanz der Innovation für welche Länder bzw. Ländertypen (Industrie-, Schwellen-, Entwicklungsländer)?
- Ökologische Relevanz der Innovation und Beitrag zu welchen Zielen der Green Economy?
- Sektoren: Für welche Sektoren einer Green Economy ist die Innovation relevant?
- Bedarfsfelder: Für welche Bedarfsfelder ist die Innovation relevant?
- Marktpotenzial: Liegen Informationen hierzu vor und wie ist das Potenzial einzuschätzen?
- Forschungsbedarf: Welcher Forschungsbedarf besteht mit Blick auf Innovation?

Mit Blick auf das *Innovationspotenzial* kann davon ausgegangen werden, dass Lösungen mit einem höheren Innovationsgrad wie Grundlageninnovationen zwar potentiell einen höheren Beitrag zur Umweltentlastung leisten können, allerdings im Gegensatz zu Verbesserungsinnovationen auch mit anderen und größeren Umsetzungs- und Diffusionsherausforderungen zu kämpfen haben (vgl. Fichter und Clausen 2013). Dies hat Einfluss auf den Forschungsbedarf und die Gestaltung des Innovations- und Diffusionssystems. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass sowohl technische als auch nicht-technische Lösungen (neue Servicemodelle etc.) eine wesentliche Rolle für eine Green Economy spielen. Neue Technologien, Produkte und Dienstleistungen sind dabei als integrierte Elemente von Nutzungssystemen wie z. B. Mobilitätssystemen zu betrachten. Auch hier können sich unterschiedliche Forschungs- und Handlungsbedarfe ergeben. Bei der Erfassung von en Lösungen ist also zu klären, worin die Neuartigkeit besteht, ob es sich um eine Grundlagen- oder Verbesserungsinnovation handelt und in welcher *Phase* sich die innovative Lösung befindet.

Mit Blick auf die *Anwendungsbreite* einer innovativen Lösung soll hier grob zwischen „spezifischen“ Innovationen (nur in einem oder wenigen Anwendungs- bzw. Bedarfsfeldern anwendbar) und „generischen“ Innovationen (in vielen Anwendungsfeldern anwendbar), unterschieden werden. Dies ist sowohl für das ökologische Potenzial als auch für das Marktpotenzial von Bedeutung.

Der Beitrag einer innovativen Lösung zu den *Zielen einer Green Economy* betrifft zum einen die Frage, zu welchem Ziel die Lösung genau beitragen kann. Zum anderen stellt sich die Frage, auf welche Weise und in welchem Umfang die Lösung einen Beitrag leisten kann (ökologische Relevanz). Bei der Frage nach den Zielen der Green Economy kann auf folgende Charakterisierung einer Green Economy aufgebaut werden:

„Green Economy charakterisiert angesichts der ökologischen Megatrends eine innovationsorientierte Volkswirtschaft, die schädliche Emissionen und Schadstoffeinträge in alle Umweltmedien vermeidet, die Kreislaufwirtschaft weiterentwickelt und regionale Stoffkreisläufe soweit wie möglich schließt, den Einsatz nicht erneuerbarer Ressourcen weiter (absolut) senkt, eine noch effizientere Nutzung von Energie, Rohstoffen und anderen natürlichen Ressourcen erreicht, nicht erneuerbare Ressourcen durch nachhaltig erzeugte erneuerbare Ressourcen kontinuierlich ersetzt, langfristig eine ausschließlich auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung erreicht, grundsätzlich im Einklang mit Natur und Umwelt agiert und dabei die biologische Vielfalt sowie Ökosysteme und ihre Leistungen erhält und wiederherstellt.“ (BMU 2012, 6)

Vor diesem Hintergrund können innovative Lösungen daraufhin analysiert werden, ob sie...

- den Einsatz nicht erneuerbarer Ressourcen senken,
- den Einsatz erneuerbarer Energien steigern,
- nicht erneuerbare durch nachhaltig erzeugte erneuerbare Ressourcen ersetzen und den verstärkten Einsatz NaWaRo fördern,
- Energieeffizienz steigern,
- Materialeffizienz verbessern,
- zu Klimaschutz und Emissionsminderung beitragen,
- Abfallvermeidung und Kreislaufwirtschaft unterstützen,
- Biodiversität und den Erhalt bzw. die Verbesserung von Ökosystemen fördern,
- Flächenverbrauch reduzieren und den Bodenschutz verbessern,
- oder zu anderen Zielen einer Green Economy (z. B. Klimaanpassung, Green Services etc.) beitragen.

Bei der Erfassung der ökologischen Relevanz ist zu klären, auf welche Weise die Lösung zu den genannten Zielen einer Green Economy beitragen kann und ob bereits Erkenntnisse oder Daten über den Umfang der Umweltentlastung vorliegen. Zu klären ist hier insbesondere:

- die unmittelbare Relevanz für ein besonders dringliches Umweltproblem/-herausforderung,
- ob ein möglichst hoher Lösungsbeitrag (Umweltentlastungspotenziale) vorliegt, und
- wie sicher die Umweltentlastungseffekte beurteilt werden können und ggf. auch mit Neben-/Spätfolgegefahren (Reboundeffekte, Eingriffstiefe etc.) gerechnet werden muss.

Bei der Analyse innovativer Technologien und Lösungen ist auch von Interesse, für welche Branche bzw. welchen Sektor diese Innovations- und Marktpotenziale bietet. In der vorliegenden Studie werden aufbauend auf bestehende Grobstrukturierungen von Sektoren der Green Economy (vgl. UNEP 2011, 29ff) zehn *Sektoren* unterschieden:

1. Land-, Forst-, Fischwirtschaft,
2. Industrie,
3. Bauwirtschaft,
4. Transport und Logistik,
5. Informations- und Kommunikationswirtschaft (IKT),
6. Abfallwirtschaft,
7. Wasserwirtschaft,
8. Energieversorgung,
9. Services (inkl. Finanz- u. Versicherungssektor),
10. Sonstiges (z. B. Tourismus).

Neben der Relevanz einer innovativen Technologie oder Lösung für die Anbieterseite (Wirtschaftssektoren) ist auch die Bedeutung für verschiedene Bedarfsfelder (Anwenderseite) von Interesse. Bei der Analyse werden hier die drei *Bedarfsfelder* Ernährung, Wohnen und Mobilität sowie summarisch „Sonstige“ unterschieden.

Die Abschätzbarkeit des *Marktpotenzials* und die Verfügbarkeit von Daten hierzu hängen stark von der Phase ab, in der sich eine innovative Lösung befindet. Zu klären ist hier, ob

- Informationen zum Marktpotenzial überhaupt vorliegen,
- ob das Marktpotenzial zumindest qualitativ (Hoch, mittel, gering) abgeschätzt werden kann
- und auf welche Länder (Deutschland, Industrieländer, BRICS etc.) sich die Abschätzung bezieht.

Die vorliegende Studie dient dazu, den *Forschungsbedarf* für die Transformation zu einer Green Economy herauszuarbeiten. Aus diesem Grund wird bei der Analyse innovativer Technologien und Lösungen auch eine erste Abschätzung vorgenommen, wo eventuelle Forschungsbedarfe liegen könnten.

Schritt 3: Auswahl relevanter Technologien und Lösungen für die Green Economy

Für die Auswahl solcher Technologien und Lösungen, die für die Transformation zu einer Green Economy eine besonders wichtige Rolle spielen und daher als „Schlüsselinnovationen“ eingestuft werden können, ist zunächst festzulegen, anhand welcher Kriterien eine Auswahl erfolgen soll. Bezugnehmend auf die Zielsetzungen der Studie wurden folgende vier zentralen Kriterien erarbeitet:

- Innovationspotenzial für die Green Economy: Lassen Art und Grad der Neuartigkeit einen hohen Lösungsbeitrag für die Ziele eine Green Economy erwarten?
- Systemrelevanz: Kommt der Innovation mit Blick auf das Nutzungssystem oder Bedarfsfeld eine wesentliche Rolle (Schlüsselrolle) zur Erreichung ökologischer Ziele zu?
- Marktpotenzial: Ist die Technologie oder Lösung in der Lage, in bestimmten Märkten ein hohes Umsatzpotenzial zu erzeugen bzw. einen nennenswerten Marktanteil zu erreichen?

- Forschungsbedarf: Besteht bei der Technologie oder Lösung ein Forschungsbedarf?

Experteninterviews, eigene Primärerhebungen oder Dialogveranstaltungen zur Bewertung und Auswahl relevanter Schlüsselinnovationen der Green Economy waren aufgrund der zeitlichen Rahmenbedingungen in diesem Arbeitsschritt nicht vorgesehen. Die Bewertung und Auswahl erfolgte daher innerhalb des fünfköpfigen Forschungsteams. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

- Zunächst sichtet jedes Mitglied des Forschungsteams die Tabelle mit den Analyseergebnissen der 110 innovativen Lösungen (vgl. Anhang II)
- Bei einem gemeinsamen Workshop erfolgte dann zunächst eine Verständigungsrunde, um sicherzustellen, dass offene Fragen bzgl. der jeweiligen innovativen Lösungen geklärt und die jeweiligen Technologien oder Lösungsansätze von jedem Mitglied des Forschungsteams verstanden wurden.
- Anschließend erfolgte eine individuelle Bewertung. Dabei standen jedem Teammitglied 30 Punkte zur Verfügung. Die Bewertung erfolgte getrennt nach den fünf Betrachtungsfeldern (Ernährung, Wohnen, Mobilität, Energie, Green Services). Pro Betrachtungsfeld konnten also fünf Punkte vergeben werden. Punkte sollten jene Lösungen bekommen, die mit Blick auf die vier Auswahlkriterien aus Sicht des Teammitgliedes das größte Potenzial für eine „Schlüsselinnovation“ haben. Dabei konnte eine Lösung einen Punkt oder mehrere Punkte erhalten.
- Nach der Punktevergabe wurde ein Betrachtungsfeld nach dem anderen gemeinsam diskutiert. Dabei wurden mit Blick auf die Auswahlkriterien Argumente für oder gegen einzelne Lösungsansätze erörtert. In diesem diskursiven Verfahren wurden in jedem der fünf Betrachtungsfelder sechs oder sieben Schlüsselinnovationen ausgewählt. Dabei wurde auch darauf geachtet, dass die Wertschöpfungsstufen innerhalb des jeweiligen Feldes möglichst breit abgedeckt sind. In einigen Fällen wurden dabei auch ursprünglich getrennt betrachtete Lösungen neu kombiniert und gebündelt, so dass die ausgewählten 32 Schlüsselinnovationen nicht in allen Fällen identisch sind mit den „Kandidaten“ aus der Liste der 110 innovativen Lösungen.

Schritt 4: Auswahl von zehn Fällen für vertiefende Analyse

In Schritt 4 werden nun – dem „Trichtermodell“ weiter folgend - aus den 32 Schlüsselinnovationen für eine Green Economy zehn Fälle ausgewählt. Diese werden dann in AP 2.1 stellvertretend für den größeren Pool an innovativen Lösungen vertiefend auf Treiber und Hemmnisse untersucht.

Die Auswahl der zehn Schlüsselinnovationen erfolgt innerhalb der fünf Bedarfs-/Suchfelder anhand derselben vier Kriterien wie in Schritt 3:

1. Innovationspotenzial für die Green Economy: Lassen Art und Grad der Neuartigkeit einen hohen Lösungsbeitrag für die Ziele eine Green Economy erwarten?
2. Systemrelevanz: Kommt der Innovation mit Blick auf das Nutzungssystem oder Bedarfsfeld eine wesentliche Rolle (Schlüsselrolle) zur Erreichung ökologischer Ziele zu?
3. Marktpotenzial: Ist die Technologie oder Lösung in der Lage, in bestimmten Märkten ein hohes Umsatzpotenzial zu erzeugen bzw. einen nennenswerten Marktanteil zu erreichen?
4. Forschungsbedarf: Besteht bei der Technologie oder Lösung ein Forschungsbedarf?

Bei der endgültigen Auswahl der zehn Schlüsselinnovationen wird neben den o.g. Kriterien auch berücksichtigt, ob sich diese möglichst breit verteilen auf:

5. verschiedene Stufen der Wertschöpfungskette

6. verschiedene Phasen des Innovationsprozesses (Grundlagenforschung, Anwendungsfor-
schung, Prototypen/ Pilotanlagen-Phase, Markteinführung, Diffusion).

Zur Unterstützung der Auswahl von zehn Schlüsselinnovationen wurden im Zeitraum vom 11. bis 19. September 2012 insgesamt zwölf Experteninterviews durchgeführt. Jedes Interview ist in einem eigenen Interviewprotokoll dokumentiert. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Interviews befindet sich in Anhang IV. Die Funktion der Interviews bestand darin, zusätzliche Informationen und Argumente für eine wohlbegründete Auswahl von Schlüsselinnovationen zu erhalten und bei der Auswahl innerhalb des Forschungsteams heranzuziehen.

Anhang II – AP 1.3: Die identifizierten 110 innovativen Lösungen für die Green Economy

Auf Basis der in Anhang I erläuterten Vorgehensweise konnten bei der Auswertung einschlägiger Literatur insgesamt 110 relevante innovative Technologien und Lösungen für „grüne“ Zukunftsmärkte und die Transformation zu einer Green Economy identifiziert werden. Diese sind im Folgenden aufgeführt.

Tabelle V: 110 innovative Technologien und Lösungen für „grüne“ Zukunftsmärkte

Bedarfsfeld "Ernährung"	
	Pflanzen und Ressourcen
1	Züchtung und Anbau von seltenen Sorten
2	Neue Energie- und Rohstoffpflanzen sowie Zweinutzungspflanzen
3	Neue Proteinquellen
4	Optimierte Pflanzenzüchtungen
5	Meer- und Brauchwasserentsalzung mit regenerativen Energien
	Landwirtschaft
6	Precision Farming
7	Ökologischer Landbau
8	Radikal neue Landwirtschaftssysteme
9	Landbaumaschinen für schonende Bodenbearbeitung
10	Neue Biogastechnologien für cellulosehaltige Einsatzstoffe
	Nahrungsmittelindustrie
11	Rückkühlung mit Fluss- oder Brunnenwasser
12	Absorptionskältemaschine
13	Neue Proteinquellen (Algen, Insekten)
14	Produktinnovationen in der Lebensmittelbranche
15	Regionale Beschaffung und Vermarktung
16	Neue Vermarktungskonzepte
	Haushalte
17	Effiziente Haushaltsführung
18	Wasserbehandlungsanlagen
	Nährstoffkreislauf
19	Erfassung von Kot und Urin für die Rückgewinnung von Nährstoffen
20	Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm
Bedarfsfeld "Wohnen"	
	Planung
1	Nachhaltige Stadtentwicklungsplanung
2	Passiv- und Energieplushäuser
	Baumaterialien
3	Holzfertigteilbau
4	Straw Bale Construction - Strohballenbau
5	Ökologische Wärmedämmung/ Dämmstoffe
6	Transluzente und energieerzeugende Fassadensysteme
7	Lehmbaumaterialien
	Energiemanagement

8	Kernaktivierung von Gebäuden für Wärmespeicherung
9	Skalierbare Batterien als Haus- und Mobilitätsspeicher (z. B. Green Pack)
10	Dezentrales Energiemanagement in Gebäuden
12	Virtualisierung von Kraftwerken bzw. BHKW
13	Kontrollierte Lüftung und Wärmerückgewinnung in Gebäuden
14	Demand-Side-Management Modelle für Haushalte
15	Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte
Energieerzeugungssysteme	
16	Gebäudeintegrierte PV/ Dünnschicht und 3. Generation
17	Brennstoffzellen
18	Kleinwindanlagen
19	Mini-BHKW
Sonstige	
20	Energieeffiziente Beleuchtung bzw. Leuchtmittel
21	Textilgewebe aus NaWaRo
22	Wood-Plastic-Composite -Werkstoffe
23	Clean cookstoves
Bedarfsfeld "Mobilität"	
Effiziente und emissionsarme Fahrzeug- und Logistikkonzepte	
1	Effizientere Kraftfahrzeugantriebe
2	Fahrerassistenzsysteme
3	Leichtbau
4	Neue Materialien für Flugzeuge
5	Green ships
6	Effiziente grüne Logistik
7	Klimaangepasste Logistik
8	Innovative Lärmschutzlösungen
Alternative Antriebskonzepte und Kraftstoffe	
9	Alternative Antriebstechnologien
10	Hybridantrieb
11	Segelantrieb für Transportschiffe
12	Biokraftstoffe
Elektromobilität	
13	Integration von Mobilitäts- und Energienetzen
14	Elektroantrieb
15	Batterietechnologie
16	Ladeinfrastruktur
17	Elektrische Bus- und LKW-Spuren
Urbane Mobilität	
18	Mikromobilität
19	Slow Traffic Spuren
20	Parkinfrastuktur
21	City Logistik
22	Integrierte Stadtplanung
Neue Mobilitäts- und Nutzungsmuster	
23	Produkte und Dienstleistungen zur Unterstützung von Intermodalität, Multimodalität

24	Car-Sharing
25	Lieferdienste mit Zwei-/Radflotten (Elektromotor, Rikscha etc.)
26	Mobilitätsdienste
27	Bezahlmodelle und -systeme
28	Flottenmanagement
Vernetzte und intelligente Mobilität	
29	elektronisches Fahrplaninformationssystem, e-ticketing
30	personalisierte Mobilitätsinformationen
31	Informations-, Kommunikations- und Verkehrsleitsysteme
32	Intelligente Verkehrskonzepte und Verkehrssteuerung
33	Klimaangepasste Verkehrsinfrastruktur
Bedarfsfeldübergreifende Energielösungen	
Energiegewinnung	
1	Tiefe Geothermie zur Wärmegegewinnung
2	Solarkollektorfelder
3	Abwärmenutzung
4	Energy Harvesting
5	Wasserräder für niedere Fallhöhen und große Durchflussmengen
6	Kleinskalige Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energie
Netze und Speicher	
7	Hochtemperatur Supraleiter
8	Chemischer Langzeit-Stromspeicher
9	Neue Typen von Pumpspeicherwerken
10	Langzeit-Wärmespeicher
11	Preiswerte Wärmenetze
12	Kalte Wärmenetze
Systemansätze	
13	Carbon Capture & Storage
14	Energieeinsparcontracting
15	Umwandlung von Strom in Wasserstoff und Methan
16	Klimaresiliente Energiesysteme
Bedarfsfeldübergreifende "Green Services"	
Nutzung- und Entwicklungskonzepte	
1	Innovative Nutzungskonzepte bzw. Geschäftsmodelle (Sharing, Leasing, Pay-per-use, Contracting etc.)
2	Crowdsourcing
Sustainable Finance	
3	Carbon finance
4	Crowdfunding
5	Mikrofinanz (Mikrokredite, Mikroversicherung, Mikrosparmodelle etc.)
6	Best-in-class-Investitionsansatz bzw. Investition mit Positivkriterien
7	Nachhaltige Themenfonds
Green IT	
8	Ressourceneffiziente Arbeitsplatzcomputerlösungen
9	Ressourceneffiziente IKT-Netze
10	GCC

11	Klimaneutrale und ressourceneffiziente Rechenzentren
	System-Management
12	Management von Ökosystemdienstleistungen
13	"Grüne" Industrieparks/-gebiete, Green business districts, Eco-cluster
14	Bau/Betrieb nachhaltiger/grüner Bürogebäude als Dienstleistung
	Klimaanpassungsdienstleistungen
15	Climate proofing-Beratung und Services für unterschiedliche Sektoren, Regionen etc.
16	Dienstleistungen/Dienste für Klimaanpassung, z. B. Frühwarnsysteme, Entscheidungsunterstützungssysteme etc.
17	Innovative Versicherungsprodukte für Klimaanpassung
	Energie-Dienstleistungen
18	Finanzierungs- und Contractingmodelle für Energiemanagement

Anhang III – AP 1.3: Dokumentation der Analyse von 110 innovativen Lösungen für die Green Economy

Der Pool an 110 „Innovationskandidaten“ wurde mit Hilfe der in Anhang I vorgestellten Kriterien analysiert. Die Analyseergebnisse sind in der folgenden Tabelle dokumentiert. Bei den Eintragungen in der Tabelle wurden folgende Definitionen und Codierungen verwendet:

Name der Innovation

Hier wird ein breiter Innovationsbegriff zu Grunde gelegt. Unter "Innovationen" werden hier neuartige Lösungen verstanden, die sich in unterschiedlichen Phasen befinden können (vgl. Analysekriterium "Phase"). Im Gegensatz zum "engen Innovationsbegriff", der von einer erfolgreichen Umsetzung ausgeht, müssen diese Lösungen noch nicht unbedingt erfolgreich umgesetzt sein, sondern können sich auch noch in der Entwicklung befinden.

Art der Innovation

1 = Technisch (Produkt/Prozess), 2 = Produkt-Service-Kombinationen (z. B. Sharing-Modelle), 3 = Service (z. B. neue Online- oder Finanzierungsmodelle), 4 = Sonstiges (z. B. marktbezogene institutionelle Innovationen wie z. B. neue Zertifizierungssysteme)

Stichworte zur Beschreibung der Innovation

Wesentliche Merkmale nennen, was ist neuartig? Welchem Technologiefeld lässt es sich zuordnen, sofern es sich um eine Technologie handelt?

Innovationsgrad

1 = Grundlageninnovation (die neuartige Lösung bietet die Grundlage für vielfältige Verbesserungen oder gänzlich neue Produkte/Prozesse); 2 = Verbesserungsinnovation (verbessert bestehende Produkte/Prozesse/Services)

In welcher Phase befindet sich die Lösung/Technologie?

G=Grundlagenforschung, A=Anwendungsentwicklung, P=Prototypen/Pilotanlagen, M=Markteinführung, D=Diffusion

Welcher Forschungsbedarf besteht hier?

Stichworte angeben, sofern schon etwas über den Forschungsbedarf gesagt werden kann.

Relevant für welche Anwendungsfelder?

1 = nur für ein oder wenige Anwendungsfelder ("spezifisch"), 2 = für viele Anwendungsfelder ("generisch"), wichtigste Anwendungsfelder nennen

Relevant für welchen Ländertyp?

1=Industrieland, 2=Schwellenland, 3=Entwicklungsland

Liegen Infos zur ökolog. Relevanz vor?

Ja/Nein

Relevant für welches Ziel der Green Economy

1 = Einsatz nicht erneuerbarer Ressourcen senken, 2 = Erneuerbare Energien, 3 = Nicht erneuerbare durch nachhaltig erzeugte erneuerbare Ressourcen ersetzen / Nachwachsende Rohstoffe, 4 = Energieeffizienz, 5 = Materialeffizienz, 6 = Klimaschutz und Emissionsminderung, 7 = Abfallvermeidung / Kreislaufwirtschaft, 8 = Biodiversität und Erhalt/Verbesserung Ökosysteme, 9 = Flächenverbrauch/Bodenschutz, 10 = Nachhaltigkeitsdienstleistungen, 11 = Sonstiges

Relevant für welchen Sektor der Green Economy?

1 = Land-, Forst-, Fischwirtschaft, 2 =Industrie, 3=Bauwirtschaft, 4=Transport/Logistik, 5=IKT, 6=Abfallwirtschaft, 7=Wasserwirtschaft, 8=Energieversorgung, 9=Services (inkl. Finanz- u. Versicherungssektor), 10=Sonstiges (z. B. Tourismus)

Ökolog. Relevanz für welches Bedarfsfelder?

W=Wohnen, M=Mobilität, E=Ernährung, S=Sonstige

Ökologische Relevanz?

Hoch, mittel, gering, sowie Begründung dafür ("educated guess"): weil.... (hier zumindest eine qualitative Begründung, falls möglich auch Zahlen nennen)

Liegen Informationen zum Marktpotenzial vor?

Ja/Nein

Marktpotenzial

Hoch, mittel, gering, sowie Begründung dafür ("educated guess"): weil.... (hier zumindest eine qualitative Begründung, falls möglich auch Zahlen nennen)

Sonstiges, Anmerkungen

Z. B. relevante Akteure

Literaturquellen

Quellen nennen, auf die sich die Angaben/Bewertungen beziehen

Anhang IV AP 1.3: Ergebnisse der Experteninterviews zur Auswahl von 10 Schlüsselinnovationen

Interviewte Experten

1. Dr. Annette Freibauer, Stellv. Leiterin, Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, vti, 21.09.2012, Bedarfsfeld Ernährung
2. Dr. Arno Krause, Geschäftsführer, Grünlandzentrum Niedersachsen/Bremen, 18.09.2012, Bedarfsfeld Ernährung
3. Anita Idel, Ökolandbau-Beraterin, Lead-Autorin des Weltagrarberichtes 2005 bis 2008, Berlin, 11.09.2012, Bedarfsfeld Ernährung
4. Dr. Dietrich Schmidt, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 12.09.2012, Bedarfsfeld Wohnen
5. Dr. Rainer Griebßhammer, Öko-Institut, 17.09.2012, Bedarfsfeld Wohnen
6. Prof. Dr. Niko Paech, Oldenburg Universität, 17.09.2012, Bedarfsfeld Wohnen
7. Andreas Pastowski, Wuppertal Institut, Projektleiter Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen, Bedarfsfeld Mobilität
8. Prof. Dr. Ing. Hans-Peter Beck, Vorstand, Energieforschungszentrum Niedersachsen, 19.09.2012, Suchfeld Energie
9. Jochen Bard, Leiter Meeresenergien, Fraunhofer IWES, 17.09.2012, Suchfeld Energie
10. Arjuna Nebel, Wissenschaftliche Mitarbeiter Forschungsgruppe 1: Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen, Wuppertal Institut, 12.09.2012, Suchfeld Energie
11. Claudia Tober, Forum Nachhaltige Geldanlagen, 13.09.2012, Suchfeld Green Services
12. Dr. Christa Liedtke, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, 17.09.2012, Suchfeld Green Services

Zusammenfassung der Experteninterviews sowie Schlussfolgerungen für das Bedarfsfeld Ernährung

Interviewte Experten im Bedarfsfeld Ernährung

1. Dr. Annette Freibauer, Stellv. Leiterin, Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, vti, 21.09.2012
2. Dr. Arno Krause, Geschäftsführer, Grünlandzentrum Niedersachsen/Bremen, 18.09.2012
3. Anita Idel, Ökolandbau-Beraterin, Lead-Autorin des Weltagrarberichtes 2005 bis 2008, Berlin, 11.09.2012

Zusammenfassung der von den Experten angekreuzten Tabellen

Auftrag: „Bitte kreuzen Sie bei jedem Kriterium die beiden Schlüsselinnovationen an, bei der Sie das höchste Innovations- bzw. Markt-Potenzial, die höchste Systemrelevanz bzw. den größten Forschungsbedarf sehen.“ (zwei Kreuze pro Spalte pro Experte).

Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Ernährung	Bewertungskriterien			
	Innovationspotenzial	Systemrelevanz	Marktpotenzial	Forschungsbedarf
1. Nachhaltige Pflanzenzucht		X		
2. Meerwasserentsalzung mit regenerativen Energien				
3. Precision Farming				
NEU: radikal neue, stoffstromoptimierte Landwirtschaftssysteme	XX	XX	XX	XX
4. Ökologischer Landbau	X	X	X	X
5. Neue Proteinquellen				
6. Produktinnovationen in der Lebensmittelindustrie	X			
7. Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor	XX	XX	XXX	XXX

Zentrale Antworten der Experten

Weitgehende Übereinstimmung herrscht bezüglich der Systemrelevanz der **Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor**, da die bekannten Phosphorreserven noch in diesem Jahrhundert zu Ende gehen werden und ein ertragsstarker Landbau ohne Phosphorgaben kaum vorstellbar ist. Die vorhandenen technologischen Lösungsvorschläge (Schließen der Kreisläufe direkt in der Landwirtschaft, durch Änderungen in der Architektur der Kanalisationssysteme sowie durch Klärschlammbehandlung) bieten wesentliches Innovationspotenzial, sind aber auch noch mit erheblichem Forschungsbedarf verbunden. Aufgrund der Skaleneffekte, die mit der flächendeckenden Einführung entsprechender Lösungen verbunden wären, sind erhebliche Marktvolumina zu erwarten.

Sowohl der konventionelle wie der ökologische Landbau scheinen letztlich ungeeignet, die Nahrungsmittelversorgung über das Jahr 2050 hinaus sicherzustellen. Aber eine sichere Nahrungsmittelversorgung ist absolut systemrelevant. Unabhängig davon, ob der konventionelle Landbau über die Zerstörung des Bodens durch Erosion und schädliche Wirkungen auf das Bodenleben und die Biodiversität nicht zukunftsfähig ist oder ob der ökologische Landbau u.U. die nötigen Erträge nicht erreicht, ist die Schaffung eines nachhaltig, d.h. für Jahrhunderte funktionierenden Landbausystems eine der größten Herausforderungen der Gegenwart. Die Polarisierung zwischen den konkurrierenden Systemen sollte überwunden werden und durch Kombination der besten Elemente ein leistungsstarkes, **radikal neues Landwirtschaftssystem** entwickelt werden. Sowohl das Innovationspotential wie der Forschungsbedarf werden als sehr hoch eingeschätzt.

Empfehlung für die Auswahl von zwei Schlüsselinnovationen

Als Schlüsselinnovation im Problemfeld Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor bietet sich die **Klärschlammbehandlung** zur weiteren Analyse an. Sie leistet einerseits einen Beitrag zum Schließen des Kreislaufs, andererseits handelt es sich um eine kleine Technologiegruppe, für die Forschungsbedarfe und Innovationspotenzial abgeschätzt und Marktvolumina ermittelt werden können.

Ein Kernproblem nicht-nachhaltiger Landwirtschaft und wichtiges Element neuer Landwirtschaftssysteme ist das zu schlechte **Management der Stoffströme**. Ausgehend von dem (systemrelevanten) Befund, dass die Agrarfläche zu knapp ist, ist es dringend geboten, eine Reihe von Ineffizienzen des Stoffstrommanagements in der Landwirtschaft zu beheben, z. B.

- Durch die Spezialisierung der Betriebe und die so faktisch in getrennten Regionen stattfindende Tier- und Pflanzenproduktion gibt es je nach Region erhebliche Düngerüberschüsse oder Unterdeckungen der Versorgung, die z. B. mit Güllebörsen (Vorbild Holland) auszugleichen wären.
- Durch eingefahrene Gleise des Verhaltens, der Betriebsführung und teilweise auch durch institutionelle Regeln werden immer noch vielfach Zwischenfrüchte oder Nebenprodukte wie Rübenblätter untergepflügt, statt auch diese Ströme zumindest in der Energieproduktion einzusetzen.
- Eine Kaskadennutzung der Feldfrüchte, z. B. zunächst Entzug medizinisch wirksamer Bestandteile, dann Verarbeitung der brauchbaren Pflanzenteile zu Lebensmitteln und Verwertung der Reste in der Energieproduktion, ist noch zu wenig verbreitet. Sie bietet erhebliche Innovationspotentiale, ggf. auch in Kombination mit hierauf optimierten Züchtungen.
- Regionenübergreifende Konzepte zur Optimierung der Stoffströme fehlen.

Durch einschlägige Forschung ließe sich eine Vielzahl von Prozessinnovationen identifizieren, die sowohl die Resilienz als auch die Effizienz des landwirtschaftlichen Systems erheblich steigern könnte. Eine flächendeckende Einführung würde hohe Marktvolumina in Beratung und Logistik generieren, primär aber auch die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft steigern helfen.

Für eine vertiefende Analyse in AP 2.1 werden daher vorgeschlagen:

- Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm als Teil der Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphor
- Stoffstrommanagement in der Landwirtschaft.

Zusammenfassung der Experteninterviews sowie Schlussfolgerungen für das Bedarfsfeld Wohnen

Interviewte Experten im Bedarfsfeld Wohnen

1. Dr. Dietrich Schmidt, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 12.09.2012
2. Dr. Rainer Griebhammer, Öko-Institut, 17.09.2012
3. Prof. Dr. Niko Paech, Oldenburg Universität, 17.09.2012

Zusammenfassung der von den Experten angekreuzten Tabellen

Auftrag: „Bitte kreuzen Sie bei jedem Kriterium die beiden Schlüsselinnovationen an, bei der Sie das höchste Innovations- bzw. Markt-Potenzial, die höchste Systemrelevanz bzw. den größten Forschungsbedarf sehen.“ (zwei Kreuze pro Spalte pro Experte).

Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Wohnen	Bewertungskriterien			
	Innovationspotenzial	Systemrelevanz	Marktpotenzial	Forschungsbedarf
1. Passiv- und Energie-plus-häuser			X	X
2. Ökologische Wärmedämmung/ Dämmstoffe		XX	XX	
3. Transluzente und energierzeugende Fassadensysteme	XXX			XX
4. Dezentrales Energiemanagement in Gebäuden		X		XX
5. Virtualisierung von Kraftwerken bzw. BHKW	XX	X		X
6. Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte	X	XX	XXX	

Zentrale Antworten der Experten

Sowohl die Systemrelevanz als auch das Marktpotenzial kann für **Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte** als erheblich eingeschätzt werden, weil sie einerseits einen globalen Ansatz haben und andererseits, wenn in Deutschland eine hohe Sanierungsquote erreicht ist, sie eine große Auswirkung auf den dann noch verbleibenden Energieverbrauch ausüben könnte. Die Konzepte spielen nicht nur in Deutschland oder Mitteleuropa eine Rolle, sondern insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern. Innovationsherausforderungen liegen hier noch u.a. in der Anbindung von Heizklimatechnik auf Niedertemperatursystemen, Betonkernaktivierung, flächenaktivierte Systeme für Sanierung und für den Neubau. Diese Möglichkeiten, bspw. im Bereich Low exergy, sind noch nicht so stark durchgedrungen.

Für das **dezentrale Energiemanagementsystem in Gebäuden** ist der Forschungsbedarf noch hoch – es gibt eine Vielzahl Einzelkonzepte, aber noch wenig Systematisierung. Weitere Fragen die noch erforscht werden müssen sind folgende: Anpassung im Einzelfall, Senso-

rik/Aktorik-Abstimmung sowie die Festlegung zentraler Komponenten. Erst dann lassen sich die Einsparungspotenziale auch tatsächlich erreichen. Die Systemrelevanz solcher Systeme wird auch im Rahmen der Erneuerung und Sanierung der Gebäudebestand gesehen.

Gefehlt hat den Experten **Gebäudesanierung** als übergreifendes Gesamtkonzept (d.h. heißt nicht das Hervorheben von Einzellösungen wie ökologische Wärmedämmung/ Dämmstoffe, sondern Gesamtbetrachtung bezüglich Finanzierung, Erhöhung der Energieeinsparung auf Passivhausstandard usw.), da diese systemrelevant sei, einen Bedarf an Systematisierung, Harmonisierung und Vereinheitlichung von Inhalten und Qualität bestünde und bezüglich der anstehenden Kosten ein großes Marktpotenzial habe.

Empfehlung für die Auswahl von zwei Schlüsselinnovationen

Kühlungs- und Klimatisierungskonzepte: Sowohl Systemrelevanz als auch Marktpotenzial wird für den global relevanten Ansatz von Kühlungs- und Klimatisierungskonzepten als sehr hoch eingeschätzt. Innovationsherausforderungen bestehen immer noch bei der technischen Entwicklung, allerdings wird der Forschungsbedarf eher hauptsächlich in der Entwicklung von Diffusions- und Systemdienstleistungsmodellen gesehen, die neben den verfügbaren technischen Komponenten auch planerische Ansätze berücksichtigen.

Dezentrale Energiemanagementsysteme in Gebäuden bilden einen zentralen Baustein der Energiewende im Übergang von einem unidirektionalen zu einem bidirektionalen Energiesystem und bilden auch ein Element der Gebäudesanierung, welches einerseits eine Fülle an dezentralen Energieerzeugern integrieren muss und andererseits steigende Schwankungen in Energieeinspeisung aufgrund des größeren Einsatzes erneuerbarer Energien aufweisen wird. Innovationspotenzial besteht weitgehend in der Suche neuer branchenübergreifender Lösungen. Der Forschungsbedarf liegt insbesondere in der Entwicklung überzeugender, branchenübergreifender Geschäftsmodelle sowie der Aufschlüsselung der Verbraucherbedürfnisse und -Potenziale in unterschiedlichen Kundengruppen. Angesichts der großen Anzahl geeigneter mehrgeschossiger Gebäude, der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme sowie europäischer Zielvorgaben zur Energieeffizienz kann zudem das Marktpotenzial als groß angesehen werden.

Zusammenfassung der Experteninterviews sowie Schlussfolgerungen für das Bedarfsfeld Mobilität

Interviewte Experten im Bedarfsfeld Mobilität

1. Andreas Pastowski, Wuppertal Institut, Projektleiter Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen

Zusammenfassung der von den Experten angekreuzten Tabellen

Auftrag: „Bitte kreuzen Sie bei jedem Kriterium die beiden Schlüsselinnovationen an, bei der Sie das höchste Innovations- bzw. Markt-Potenzial, die höchste Systemrelevanz bzw. den größten Forschungsbedarf sehen.“ (zwei Kreuze pro Spalte pro Experte).

Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Mobilität	Bewertungskriterien			
	Innovationspotenzial	Systemrelevanz	Marktpotenzial	Forschungsbedarf
1. Umweltfreundliche Schiffsantriebe				x
2. Effiziente und resiliente Logistiksysteme	x		(X)	
3. Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme	x	x	x	x
4. Städtische Infrastruktur für Klein- und Kleinstfahrzeuge			(X)	
5. Multimodale Mobilitätsmodelle und -systeme				
6. Intelligente Lärmschutzlösungen				

Zentrale Antworten der Experten

Innovationspotenzial: 1) Mobile Energiespeicher- und Ladesysteme erfordern und ermöglichen eine grundsätzliche Änderung der Antriebstechnik in Verbindung mit einer kompletten Umstellung der Energieträger. 2) Effiziente und resiliente Logistiksysteme umfassen eine Bandbreite an technischen Geräten und eine Berücksichtigung der Umweltwirkung. Hier geht es um eine richtige Revolution.

Systemrelevanz: 1) Wenn regenerative Energie bereitgestellt wird, dann ist der Hebel bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen am höchsten. 2) Andere Innovationen kommen da nicht ran.

Marktpotenzial: 1) Am höchsten bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen. 2) Effiziente und resiliente Logistiksysteme sowie Städtische Infrastruktur für Klein- und Kleinstfahrzeuge kommen dann gleichauf, wobei letztere vor allem im globalen Maßstab ein hohes Potenzial haben

Forschungsbedarf: 1) Bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen wird zwar schon sehr viel geforscht, aber der Bedarf ist hier auch am größten 2) Eher hoch im Bereich umweltfreundliche Schiffsantriebe, aber durch Marktpotenzial begrenzt.

Empfehlung für die Auswahl von zwei Schlüsselinnovationen

Grundsätzlich liegt bei allen sechs in die engere Wahl gezogenen Schlüsselinnovationen ein großes Innovationspotenzial und ein großer Forschungsbedarf vor. Dabei kann grundsätzlich auch in allen Fällen auf bisherigen und laufenden Forschungsaktivitäten aufgebaut werden. Dies gilt beispielsweise für mobile Energiespeicher- und Ladesysteme wie für umweltfreundliche Schiffsantriebe.

Mit Blick auf die Herausforderungen einer Green Economy sind Innovationspotenzial und Forschungsbedarf bei **mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen** sowie bei effizienten und resilienten Logistiksystemen jedoch am höchsten zu bewerten. Unterstrichen wird diese Bewertung durch die hohe Systemrelevanz gerade bei mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen, die in Verbindung mit einer Energiewende eine große Breitenwirkung verspricht. Bei den mobilen Energiespeicher- und Ladesystemen ist nicht nur das höchste Marktpotenzial zu erwarten, diese sind auch in den weiteren Bewertungskategorien an erster Stelle zu nennen und als erste Schlüsselinnovation ausgewählt. Ein effizientes und resilientes Logistiksystem kann ebenfalls als systemrelevanter Bestandteil einer globalen Green Economy bewertet werden.

Effiziente und resiliente Logistiksysteme am Beispiel „Grüner Logistik“. Mit Blick auf das steigende Gütertransportvolumen wird das Marktpotential für eine effiziente „grüne“ Logistik als hoch eingeschätzt. Gleiches gilt für das Innovationspotenzial. Bei der Forschung zu Grüner Logistik handelt es sich um ein sehr breites Forschungsfeld, das bisher erst in den Anfängen steckt. Dementsprechend ist der Forschungsbedarf hoch. Forschungsbedarf besteht sowohl bezüglich der Anwendungsentwicklung und bei Markttests verschiedener technischer Lösungen als auch im Hinblick auf ökologische und ökonomische Potenziale.

Es ist zu betonen, dass auch die weiteren Lösungen im Bereich Mobilität einen wichtigen Beitrag zu einer Green Economy leisten können und in einem weiteren Zusammenhang mit den top-priorisierten Lösungen der mobilen Energiespeicher- und Ladesysteme sowie umweltfreundlicher Schiffsantriebe zu sehen sind.

Zusammenfassung der Experteninterviews sowie Schlussfolgerungen im Suchfeld Energie

Interviewte Experten im Bedarfsfeld Energie

1. Prof. Dr. Ing. Hans-Peter Beck, Vorstand, Energieforschungszentrum Niedersachsen, 19.09.2012
2. Jochen Bard, Leiter Meeresenergien, Fraunhofer IWES, 17.09.2012
3. Arjuna Nebel, Wissenschaftliche Mitarbeiter Forschungsgruppe 1: Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen, Wuppertalinstitut, 12.09.2012

Zusammenfassung der von den Experten angekreuzten Tabellen

Auftrag: „Bitte kreuzen Sie bei jedem Kriterium die beiden Schlüsselinnovationen an, bei der Sie das höchste Innovations- bzw. Markt-Potenzial, die höchste Systemrelevanz bzw. den größten Forschungsbedarf sehen.“ (zwei Kreuze pro Spalte pro Experte).

Schlüsselinnovationen im Bedarfsfeld Energie	Bewertungskriterien			
	Innovationspotenzial	Systemrelevanz	Marktpotenzial	Forschungsbedarf
1. Geothermie zur Wärmegewinnung		X (X)	X (mit Stromerzeugung gekoppelt)	XX
2. Solarkollektorfelder zur Nahwärmeversorgung		(X)		
3. Kleinskalige Anlagen zur Erzeugung regenerativer Wind- und Wasserkraft	(X)		XX	
4. Wasserräder für niedrige Fallhöhen und große Durchflussmengen				
5. Langzeitwärmespeicher	XX	(X) (X)	(X)	XX
6. Gesamtsystem zur Versorgung mit Wärme	Hier könnten alle Kreuze bei Wärmegewinnung mit Geothermie und LZW zusammengefasst werden (Ba). Mit Fokus auf Prozesswärme und integrierte Wärme- und Kältenetze auch (Be).			
7. Umwandlung von Strom in Wasserstoff und Methan		XXX		(X)
8. Klimaresiliente Stromversorgung	XXX	XXX	XXX	XXX

Zentrale Antworten der Experten

Nicht nur aufgrund der aktuellen Überlastung der Stromnetze durch winterliche Windperioden mit erhöhter Windstromproduktion sowie sommerlichen Sonnenschein mit Wirkung auf die PV sondern auch mit Blick auf die ökonomische Problematik der Investition in neue Spit-

zenlastkraftwerke und den Stromtrassenbau wird deutlich, dass in der Frage der **klimaresilienten Stromversorgung** Forschungsbedarf gegeben ist. Eine sichere Stromversorgung ist aber für Wirtschaft wie Privathaushalte hochgradig systemrelevant. Innovationspotenzial wird hier besonders bei der Systemintegration gesehen, also der Frage des Zusammenwirkens der einzelnen Komponenten und Technologien mit Blick auf die wesentlichen Rahmenbedingungen. Lösungen werden hier nicht nur technischer Art sein, auch ökonomische Rahmenbedingungen wie das „Marktmodell“ der Stromversorgung und die Frage, wie es gelingt, für Ideen wie das virtuelle Kraftwerk, Demand Side Management oder Stromspeicher funktionierende Geschäftsmodelle zu entwickeln und die Vorteile der Lösungen für Kunden wie Anbieter gleichermaßen attraktiv zu machen, sind Gegenstände vertiefter F&E. Aufgrund der Größe der Stromnetze und der Menge der Netzteilnehmer und Komponenten wird das Marktvolumen möglicher Lösungen hoch eingeschätzt.

Anders als bei der Stromversorgung ist die Frage eines **nachhaltigen Gesamtkonzeptes zur Wärmeversorgung** noch sehr offen. Einzelne Komponenten wie Wärmenetztechnologien und Solarkollektoren sind serienreif verfügbar, bei anderen fehlt noch eine erfolgreiche und aufskalierende Demonstrationsphase, wie z. B. bei geothermischer Wärme- sowie ggf. Stromgewinnung und Langzeitwärmespeichern. Weitgehend fehlen tut darüber hinaus ein Wärmeversorgungskonzept, welches die Frage der Versorgung der Industrie mit Prozesswärme beantwortet, Schnittstellen zwischen Prozesswärme und Raumwärmeversorgung erkennen lässt und auch die Schnittstellen zwischen Wärmenetzen und Stromversorgung deutlich macht, wie sie sich z. B. durch Wärmespeicher an KWK-Anlagen (ggf. sogar in Kombination mit Großwärmepumpen) anbieten, die eine stärker stromgeführte Steuerung der KWK-Anlagen möglich machen würde und damit das Stromnetz entlasten würde. Hier ist sowohl Innovationspotential wie Forschungsbedarf gegeben. Da eine erfolgreiche Energiewende neben einer nachhaltigen Strom- auch eine nachhaltige Prozess- und Raumwärmeversorgung leisten muss, ist auch die Systemrelevanz hoch. Und allein der Aufbau der mit Blick auf die „Langfristszenarien zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland“ erforderlichen Wärmenetze mit seinen Investitionen im dreistelligen Milliardenbereich macht die Marktvolumina deutlich. Als Alternative stellte ein Interviewpartner eher die flächendeckende Raumwärmeversorgung mit elektrischen Wärmepumpen dar, aber auch dieser betonte die Bedeutung der langfristigen Sicherung der Prozesswärmeversorgung sowie der Integration von Wärme- und Kältenetzen in Innenstädten.

Alle Interviewpartner sahen auch bei der **Umwandlung von Strom in Wasserstoff und Methan** eine langfristig wesentliche Einzeltechnologie um Strom- und Gasnetz zu verzahnen, die gleichzeitig bisher die einzige Perspektive für die langfristige chemische Speicherung großer Strommengen darstellt.

Ebenso schreiben auch alle Interviewpartner den **kleinskaligen Anlagen zur Erzeugung regenerativer Wind- und Wasserkraft** eine wesentliche Bedeutung als Technologie für die Energieversorgung von Off-Grid Regionen in der Welt zu und verbinden damit sehr große Exportmärkte.

Empfehlung für die Auswahl von zwei Schlüsselinnovationen

Als Element einer klimaresilienten Stromversorgung ist das **virtuelle Kraftwerk** von hoher Bedeutung, um als Reaktion auf zeitlich nicht steuerbare Strommengen aus Wind- oder Sonnenkraft möglichst viele andere Stromerzeuger steuerbar zu machen. Hierzu gehören z. B. KWK-Anlagen, die im Rahmen der Wärmespeicherfähigkeit von Wärmenetzen und Gebäuden auch stromgeführt betrieben werden können, aber auch Biogasanlagen, in denen begrenzte Biogasmengen gesammelt werden und die Stromversorgung insoweit hinausgezögert werden kann.

Als wesentliches Systemelement eines nachhaltigen Gesamtkonzeptes zur Wärmeversorgung sind **Langzeitwärmespeicher** eine Schlüsselinnovation, ohne die sommerliche Wärme aus Solarkollektorfeldern nicht saisonal gespeichert werden kann. Aber auch ganzjährig verfügbare industrielle Abwärme oder Abwärme aus auch im Sommer betriebener KWK könnte durch Langzeitwärmespeicher zeitlich versetzt genutzt werden.

Zusammenfassung der Experteninterviews sowie Schlussfolgerungen im Suchfeld Green Services

Interviewte Experten im Bedarfsfeld Green Services

1. Claudia Tober, Forum Nachhaltige Geldanlagen, 13.09.2012
2. Dr. Christa Liedtke, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, 17.09.2012

Zusammenfassung der von den Experten angekreuzten Tabellen

Auftrag: „Bitte kreuzen Sie bei jedem Kriterium die beiden Schlüsselinnovationen an, bei der Sie das höchste Innovations- bzw. Markt-Potenzial, die höchste Systemrelevanz bzw. den größten Forschungsbedarf sehen.“ (zwei Kreuze pro Spalte pro Experte).

Schlüsselinnovationen im Suchfeld Green Services	Bewertungskriterien			
	Innovationspotenzial	Systemrelevanz	Marktpotenzial	Forschungsbedarf
1. Mikrofinanzen	X	X		X
2. Crowdfunding	X			X
3. Nachhaltige Themenfonds	X	XX		X
4. GCC	X		XX	
5. „Grüne“ Industrieparks/-gebiete		X	XX	
6. Dienstleistungen für Klimaanpassung				X

Zentrale Antworten der Experten

Die **nachhaltigen Themenfonds** können ein hohes Innovationspotenzial entwickeln. Davon gibt es noch relativ gesehen zu wenig und sie sind als strategischer Ansatz noch nicht wahrnehmbar genug. Sie können auch eine hohe Systemrelevanz entwickeln, wenn sie auch etwas breiter (bspw. erneuerbare Energien) aufgesetzt werden und nicht nur auf eine Innovation (bspw. Solarzellentechnologie) ausgerichtet sind. Das Gesamtsystem muss näher betrachtet werden und es muss überlegt werden, wie erwünschte Nachhaltigkeitseffekte erzielt und eben auch negative Nachhaltigkeitseffekte verhindert werden können. Forschungsprogramme auf Bundesebene zur Beachtung von Nachhaltigkeitswirkungen in der Finanzwirtschaft sind bisher nicht erkennbar.

Impact Investing (Nachhaltigkeitsinvestments in Unternehmen, Organisationen und Fonds) wird als weiteres zukunftsträchtiges Anlagenkonzept angesehen, das eine ähnlich große mögliche Reichweite hat. Impact Investment beinhaltet unterschiedliche Strategien wie Mikrofinanz, Community Investing, Social Business / Entrepreneurship Fonds.

GCC hat ein großes Innovationspotenzial, birgt allerdings auch die Gefahr von sekundären und tertiären Rebound-Effekte in sich. Eine Beachtung und Verhinderung dieser Effekte sollte zentraler Bestandteil der Entwicklung sein. Das Marktpotenzial gibt es darüber hinaus nicht nur bei GCC, sondern im gesamten IKT-Bereich.

Empfehlung für die Auswahl von zwei Schlüsselinnovationen

Es gab unter den Experten eine sehr breite Streuung in den Antworten (vgl. Tabelle oben), was angesichts der Bandbreite der Kategorie „Green Services“ zu erwarten war. Deshalb ist die Auswahl der zwei Schlüsselinnovationen nicht so eindeutig zu treffen.

Bezüglich der Schlüsselinnovation **nachhaltige Themenfonds** wurde diese hervorgehoben, obwohl unter den Experten Einigkeit dazu besteht, dass das gesamte Finanzsystem in seiner Breite nachhaltiger gestaltet werden muss. Angesichts der Finanzvolumina, die für die Entwicklung zu einer Green Economy in allen Wirtschaftszweigen erforderlich sind, bieten solche nachhaltigkeitsbezogene Investmentfonds vielfältige Möglichkeiten einen erheblichen Beitrag hierzu zu leisten. Eine zentrale Herausforderung dabei ist die Erforschung und Entwicklung von Bewertungsmethoden, die die Gesamtauswirkungen der Investitionen ex ante einschätzen können. Hierfür wäre eine interdisziplinäre Kooperation zwischen Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften und Finanzwissenschaften vorteilhaft.

GCC kann dazu beitragen, dem weltweit stark steigenden Strom- und Materialverbrauch in Rechenzentren („Green in IT“) durch erhöhte Effizienz entgegenzusteuern. Des Weiteren besteht ein großes Potenzial in der Entwicklung von Anwendungen und Dienste durch den effizienten IT-Einsatz in anderen Branchen („Green durch IT“). Erwartet wird ein gewaltiges und exponentielles Wachstum im Markt für Cloud Computing-Dienste. Allerdings steht ein erheblicher Forschungsbedarf bezüglich der Ressourceneinsparpotenziale und der Identifikation möglicher Rebound-Effekte noch an.

Anhang V – AP 2.2: Ergebnisse der Experteninterviews zu den Stärken und Schwächen der Rahmenbedingungen für die Transformation in Deutschland

Ziel der Interviews und Auswahl der Interviewpartner

Ziel der Experteninterviews war es, Einschätzungen zu wichtigen Stärken sowie entscheidenden Schwachstellen der politischen Rahmenbedingungen in Deutschland zu gewinnen. Darüber hinaus wurden die Experten gebeten uns nach ihrer Einschätzung wichtige Forschungsthemen und -fragen zu nennen.

Die Auswahl erfolgte entsprechend der von sechs Handlungsfelder (s. Kap. 3.2), wobei einige der Experten zu mehr als einem Handlungsfeld befragt wurden. Zu jedem Handlungsfeld wurden mindestens zwei Experten befragt. Dabei wurde darauf geachtet, auch Experten außerhalb der Wissenschaft, namentlich den Gewerkschaften, den Verbraucherverbänden und den Unternehmen zu befragen, um auch die Perspektiven der betroffenen Stakeholder in die Analyse zu integrieren. Die leitfadengestützten Interviews wurden telefonisch geführt und protokolliert.

Wissenschaftseinrichtung

1. Prof. Frank Beckenbach, Universität Kassel, Leiter des Fachbereichs Umwelt- und Verhaltensökonomik, 04.12.2012
2. Dr. Paschen von Flotow, Sustainable Business Institute, Geschäftsführender Vorsitzender, 11.12.2012
3. Prof. Martin Jänicke, Freie Universität Berlin, 13.12.2012
4. Dr. Thomas Korbun, IÖW, Wissenschaftliche Geschäftsführung 18.12.2012
5. Prof. Dr. Christa Liedtke, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Leiterin der Forschungsgruppe Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren, 14.12.2012
6. Dr. Katrin Ostertag, Fraunhofer ISI, Leiterin Geschäftsfeld Nachhaltigkeitsinnovationen und Politik, 07.12.2012
7. Dr. Klaus Rennings, ZEW, Stellvertretender Leiter Umwelt- und Ressourcenökonomik, 06.12.2012
8. Dr. Philip Schepelman, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt Energie, Projektkoordinator Forschungsgruppe Material Flows and Resource Management 23.11.2012
9. Prof. Stefan Zundel, Fachhochschule Lausitz, 07.12.2012

Unternehmen

1. Ralph Büchele, Roland Berger Strategy Consultants, Principal 29.11. 2012
2. Gottfried Härle, Verband Unternehmensgrün und Brauerei Härle, Vorstand bzw. Inhaber und Geschäftsführer 03.12.2012

Verbraucherverband

1. Otmar Lell, Verbraucherzentrale Bundesverband, Referent Verkehr und Nachhaltigkeit, 05.12.2012
2. Ulrike Schell, Verbraucherzentrale NRW, Leiterin des Bereichs Ernährung und Umwelt, 05.12.2012

Gewerkschaft

1. Dr. Martin Beckmann, ver.di, Referent für Dienstleistungspolitik, Regional- und Strukturpolitik 30.11.2012

Ergebnisse der Interviews

Die Ergebnisse der Interviews wurden entlang der Handlungsfelder ausgewertet und nach Stärken und Schwächen kategorisiert. Ein Überblick findet sich in Tabelle VI. Die Auflistung ist nicht vollständig analog zur Stärken-Schwächen Analyse in Kapitel 2.2, da es sich hier ausschließlich um die Ergebnisse der Interviews handelt. Diese Ergebnisse wurden ergänzt durch weitere Recherchen. Auch wurden nicht alle in den Interviews erwähnten Stärken und Schwächen für Kapitel 2.2. verwendet, sondern nur jene, die aufgrund einer häufigen Nennung, aufgrund weiterer Analysen und im Kontext der zentralen Themen der Untersuchung als besonders relevant identifiziert werden konnten. Die in das Kapitel eingeflossenen Ergebnisse sind in der Tabelle fett markiert.

Tabelle VI: Ergebnisse der Experteninterviews in AP 2.2 zu Stärken und Schwächen der Rahmenbedingungen zur Förderung der Transformation in Deutschland

	1. Forschungs- und Innovationsförderung	2. Gründungs- und Clusterförderung	3. Markteinführung- und Entwicklung	4. Exitstrategien	5. Werte- und Verhaltenswandel im Konsum	6. Transformations-Governance
Stärken	Technologieförderung	Gründung: Beratung allgemein Infrastruktur allgemein	Best Practice in der Umweltpolitik: Einzelne Instrumente wie das EEG	Erfahrungen mit Strukturwandel	großes Angebot informationeller Instrumente	Experimentierfeld Bundesländer
	Kooperation Wirtschaft und Wissenschaft	Cluster: ausreichende Finanzierung Länder als "Experimentierfelder"			staatliche Kampagnen	
Ausbaufähige Stärken			Infrastruktur			
			Investitionsunterstützung			
			Exportförderung			
Schwächen	Zu starker Fokus auf Technologieforschung: - Evaluations und Begeleitforschung - Anwendungsforschung	Gründungsförderung: - Spezialisierte Beratung - "grüne Wettbewerbe" - Nachhaltigkeit übergeifend als Förderkriterium - Sichtbarkeit	Finanzierung "Valley of Death"	Abbau von Subventionen	Zuviel Verantwortung für Verbraucher	Potential der Länder als Experimentierräume
	Strukturprobleme im Ministerium	Gründerkultur	Exportförderung	Unterstützung von CSR bei Unternehmen	Informationelle Instrumente (Unübersichtlichkeit, Intransparenz)	Interministerielle Koordination
	Forschungsförderung KMU	Cluster: - Rolles des Bundes bei Evaluierung	Förderkette	Bepreisung natürlichen Ressourcen/Senken	Öffentliche Beschaffung	Mangelnde Verknüpfung der Programme mit der NH Strategie
	Integration der NH- Forschungsinstitute in die Programmlandschaft	Fehlende Professionalisierung des Clustermanagements	Angebotspolitik um Produktion in Deutschland zu halten	Verlierer des Strukturwandels	regionaler Konsum/regionale Wertschöpfungsketten	Fehlertoleranz/ Reflexivität
	Internationale Forschungsk Kooperationen	Clustermanagement als Multiplikatoren für grüne Prozesse in der Wirtschaft		Instrumente wie Altersteilzeit und Frühverrentung etc.		positive Visionen/ Kommunikation
				Stärkere Auseinandersetzung mit Arbeitsbedingungen in der Green Economy		Lenkung über Zielvorstellungen
				Staat als Moderator für "sterbende" Branchen		
Handlungsfeld- übergreifende Themen	Bildung für NH Entwicklung: Verankerung von NH Perspektive in allen Disziplinen			Bildung für NH Entwicklung: Verankerung von GE in Ausbildung		
	Partizipation/Lobbying		Partizipation/Lobbying	Partizipation/Lobbying	Partizipation/Lobbying	Partizipation/Lobbying
	Erwartungssicherheit bei regulativen Rahmenbedingungen	Erwartungssicherheit bei regulativen Rahmenbedingungen	Erwartungssicherheit bei regulativen Rahmenbedingungen	Erwartungssicherheit bei regulativen Rahmenbedingungen		Erwartungssicherheit bei regulativen Rahmenbedingungen
	Finanzierung	Finanzierung	Finanzierung	Finanzierung	Finanzierung	Finanzierung