Klimawandel, Finanzmärkte und Innovation

Projektbericht

Eine Publikation des

SBI SUSTAINABLE BUSINESS INSTITUTE

Projektbericht

CFI Climate Change, Financial Markets and Innovation

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

VORWORT
BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF)

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen, vor denen die Welt heute steht. In vielen Regionen häufen sich extreme Naturereignisse, die als Vorboten für zukünftige Klimaverhältnisse gedeutet werden können. Auch der Druck auf das ökologische System Erde und der weltweite Verlust biologischer Vielfalt nehmen zu. Demgegenüber steht eine wachsende Weltbevölkerung mit bald neun Milliarden Menschen, die Ernährung, Arbeit und Energie benötigen. Hier müssen wir aktiv werden, um menschenwürdige Lebensverhältnisse zu schaffen und zu erhalten. Forschung und Innovation können bei der Bewältigung dieser Herausforderungen wichtige Beiträge leisten. So ist das Bedarfsfeld „Klima/Energie“ auch bedeutender Bestandteil der Hightech-Strategie der Bundesregierung.

Für Klimaschutz, Energiewende und Anpassung an den Klimawandel sind aber nicht nur neues Wissen und neue Technologien gefragt. Vielmehr verlangen die hier erforderlichen Innovationen und Transformationsprozesse auch umfangreiches finanzielles Engagement. So ist für den weltweiten Umbau der Energiesysteme von heute bis zum Jahr 2030 von einer Verdopplung und bis 2050 von einer Verdreifachung der Investitionen auszugehen. Dies wirft neue Fragen der Finanzierung – und der Versicherung – auf und erfordert entsprechende Lösungsmodelle. Akteure der Finanz- und Versicherungswirtschaft werden damit zu zentralen Partnern für die Realisierung von Innovationen – insbesondere im Klimaschutz.

Hier setzt das Projekt „Climate Change, Financial Markets and Innovation“ (CFI) an. Sein Ziel bestand darin, insbesondere für den Bereich der Klimaforschung die Brücke von Forschung und Innovation zur Finanzwirtschaft zu schlagen. Der vorliegende Bericht zeigt eindrucksvoll, wie dies für zwei Schwerpunktthemen gelungen ist: Es konnten die Bedarfe von Klimainformationen durch die Finanzwirtschaft und deren Nutzung analysiert werden. Zudem liegen nun Untersuchungen vor, die Erfordernisse, Barrieren und Handlungsspielräume der Finanzierung von Innovationen im Klimaschutz aufzeigen. Dabei zeichnet sich der Bericht durch eine ausgewogene Betrachtungsweise von Forschung und Praxis aus. Seine Ergebnisse geben wichtige Anstöße für die weitere Ausgestaltung eines erfolgreichen Klimaschutzes. Es ist bereits heute sehr deutlich: Daran müssen alle Partner, d. h. Politik, Wissenschaft, öffentliche Institutionen, Industrie und Finanzwirtschaft, gemeinsam arbeiten.

Allen Lesern des Berichts wünsche ich eine informative und anregende Lektüre.

- **Dr. Karl Eugen Huthmacher**
  Leiter der Abteilung 7 „Zukunftsvorsorge – Forschung für Grundlagen und Nachhaltigkeit“
  im Bundesministerium für Bildung und Forschung

VORWORT
SUSTAINABLE BUSINESS INSTITUTE (SBI)

Typischerweise werden Fragestellungen von Klimawandel, Klimaschutz, von Anpassung und Innovation als technische und naturwissenschaftliche Probleme bearbeitet. Sofern sich die Wirtschaftswissenschaften dieser Probleme annehmen, dominieren realwirtschaftliche Fragestellungen bzw. Fragen der Regulierung der Realwirtschaft. Der Finanzsektor wird im Rahmen dieser Forschungen weitgehend ausgeblendet. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „Climate Change, Financial Markets and Innovation“ (CFI) stellt in Anerkennung dieser Defizite ergänzend den Finanzsektor und seine Akteure in den Mittelpunkt. Das Sustainable Business Institute (SBI) hat die Agenda des CFI-Projekts in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern aus Wissenschaft und Praxis wie auch dem fördernden BMBF gestaltet und umgesetzt. Der vorliegende Bericht gibt einen Einblick in wesentliche Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten.

Anlass für das CFI-Projekt war die im Jahr 2007 konzipierte Hightech-Strategie der Bundesregierung und die vom BMBF an den Finanzsektor ausgesprochene Einladung, sich an einem Dialog zur Weiterentwicklung dieser Strategie sowie entsprechenden strategischen Initiativen zu beteiligen. Wesentliche Verbände und Unternehmen des Finanzsektors in Deutschland haben auf diese Einladung mit der Gründung des „Finanz-Forum: Klimawandel“ anlässlich des 2. Klima-Forschungsgipfels im Oktober 2007 geantwortet. Mitgewirkt haben in den Jahren 2007–2013: Allianz, Altira Group, AXA Versicherung, Bankhaus Sal. Oppenheim, BayernLB, Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (BVK), Bundesverband der Deutschen Volksbanken und Raiffeisenbanken (BVR), Commerzbank, Dresdner Bank, Deutsche Bank, Deutsche Postbank, Deutscher Sparkassen- und Giroverband, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), Munich Re und UniCredit Bank (HypoVereinsbank). Die Mitglieder des „Finanz-Forum: Klimawandel“ haben als Beirat an der Definition der Agenda des CFI-Projekts und an der Erarbeitung von Studien, Dialogen und Konzepten mitgewirkt oder dazu Stellungnahmen verfasst oder auch selbst die Initiative ergriffen.

Für die Unterstützung des Projekts und die ausgezeichnete Zusammenarbeit danken das Sustainable Business Institute (SBI) und die wissenschaftlichen Partner sehr herzlich dem fördernden Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Projektträger DLR sowie den Mitgliedern des „Finanz-Forum: Klimawandel“ und allen weiteren Kooperationspartnern, Workshop- und Tagungsteilnehmern sowie all denen, die mit vielfältigen Anregungen und Kritik zum Projekterfolg beigetragen haben.

Zudem danke ich sehr herzlich allen wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen und Autor/innen sowie weiteren wissenschaftlichen Partnern, Beratern und Rechtsanwälten, die mit hohem Engagement und viel Kreativität am Gelingen des CFI-Projekts mitgewirkt haben:

Sustainable Business Institute (SBI): Julian von Blücher, Ruhi Deol, Daniel Drews, Dr. Christian Friebe, Anke Hummel-Franzen, Daniela Jardot, Jan Joel, Andreas Klocke, Marco Ludolph, Saskia Marloh, Friedemann Polzin, Annekristin Rock, Dennis Rodler, Cornelia Sander;

EBS Universität für Wirtschaft und Recht / Strascheg Institute for Innovation and Entrepreneurship (SIIE): Prof. Dr. Florian A. Täube, Fabian Futterer, Michael Migendt, Christoph Schneider, Florian Schock für die Zusammenarbeit im Bereich Finanzierung von Innovationen;

Technische Universität Darmstadt: Prof. Dr. Dirk Schiereck, Prof. Dr. Anette von Ahsen, Christian Babl, Dr. Anit Deb, Heinrich Degenhart, Felicitas Eichler, Sebastian Eisenbach, Dr. Christoph Ettenhuber, Dr. Robert Fraunhoffer, Dominik Jorch, Ludwig Kesch, Daniel Maul, Dr. Steffen Meinshausen, Philipp Meyer-Gohde, Dr. Christian Röckemann, Dr. Julian Trillig, Philipp Walczyk, David Wettermann für die Zusammenarbeit im Bereich Projektfinanzierung und Kapitalmärkte;

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW): Prof. Dr. Michael Schröder, Tim-Alexander Kroencke, Frieder Mokinski, Jesper Riedler, Nikolas Wölfing für die Zusammenarbeit im Bereich Wetterderivate und nachhaltiges Investment;

Dr. Lutz Cleemann (Berater), Prof. Dr. Guy Brasseur, Dr. Irene Fischer-Bruns, Prof. Dr. Daniela Jacob, Prof. Dr. María Máñez Costa, Prof. Dr. Reimund Schwarze (Climate Service Center (CSC)), Prof. Dr. Ulrich Cubasch, Prof. Dr. Uwe Ulbrich (Meteorologisches Institut, Freie Universität Berlin), Catherine Vaughan, Dr. Stephen Zebiak (International Research Institute for Climate and Society (IRI), The Earth Institute at Columbia University), Paul Clements-Hunt, Remco Fischer, Jenny Lopez (United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEP FI)) und John W Zillman (University of Melbourne) für die Zusammenarbeit beim Thema Klimainformationen;

Caroline Abou Hamdan, Ronald Hahn, Karsten John (GfK) für die Zusammenarbeit bei der Durchführung von Marktforschungsstudien;

Dr. Wolfram Birkenfeld, Dr. Matthias Hessling, Dr. Andreas Klemm, Dr. Andreas Rodin, Prof. Dr. Malte Stieper (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) für die Zusammenarbeit bei rechtlichen Fragen;

Prof. Dr. Hans-Peter Beck, Christoph Neumann, Nico Peterschmidt, Jakob Schmidt-Reindahl, Dr. Jens-Peter Springmann (Energy Research Center of Niedersachsen, TU Clausthal mit INENSUS GmbH), Sebastian Groh, Gersom Aliaga Ferrufino, Noara Kebir, Thomas Schrecker, Cecilia Scott, Niko Spiegel (Microenergy Systems Research, TU Berlin und Micro Energy International GmbH) und Konrad von Ritter (Kritter Advisory Services) für die Zusammenarbeit beim Thema „Energiewende“ in Schwellen- und Entwicklungsländern;

Prof. Dr. Rüdiger von Rosen, Petra Kachel (Deutsches Aktieninstitut (DAI)), Damian Arikas, Linde Grießhaber (Germanwatch e. V.) für die Zusammenarbeit beim Thema Nachhaltiges Investment sowie Prof. Peter Adriaens (University of Michigan), Prof. Brett Gilbert (Rutgers University), Prof. Martin Kenney (University of California, Davis), Dr. Axel Klein, Dr. Markus Scholand, Rüdiger Seitz und Prof. John Zysman (University of California, Berkeley).

Kernergebnisse des CFI-Projekts wurden abschließend auf zwei Konferenzen präsentiert und diskutiert: der „Green Economy“-Konferenz und der „Green Finance“-Konferenz. Allen Referent/innen (vgl. Seite 101) und den weiteren Teilnehmer/innen sei hiermit für ihre Beiträge herzlich gedankt. Ihre Einschätzungen und die Diskussionen sind in den vorliegenden Bericht eingeflossen.

■ **Dr. Paschen von Flotow**
Sustainable Business Institute (SBI)

INHALT

VORWORT BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF) **3**

VORWORT SUSTAINABLE BUSINESS INSTITUTE (SBI) **4**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS **8**

1 ZUSAMMENFASSUNG **9**
1.1 Ausgangspunkte 9
1.2 Bedarf an Klimainformationen 10
1.3 Finanzierung von Innovationen zum Klimaschutz 13
1.4 Zusammenfassende Perspektiven 23

2 AUSGANGSPUNKTE **25**

3 BEDARF AN KLIMAINFORMATIONEN **29**
3.1 Ziele 29
3.2 Theoretischer Bezugsrahmen und Methodik 29
3.3 Ergebnisse 32
3.3.1 „Klimakompetenz“ der Finanzdienstleister: Betroffenheit und Informationsbedarfe 32
3.3.1.1 Die Versicherungswirtschaft 34
3.3.1.2 Die Kreditwirtschaft 39
3.3.1.3 Weitere Finanzdienstleistungen 41
3.3.1.4 Fazit 42
3.3.2 Ökonomische und institutionelle Herausforderungen 43
3.4 Schlussfolgerungen 49

4 FINANZIERUNG VON INNOVATIONEN ZUM KLIMASCHUTZ **51**
4.1 Ziele 52
4.2 Theoretischer Bezugsrahmen und Methodik 53
4.3 Ergebnisse 55
4.3.1 Generierung und Kommerzialisierung von Innovationen und Wissen 56
4.3.1.1 Förderung von Innovationen zum Klimaschutz und Hemmnisse 56
4.3.1.2 Fallbeispiel LED-Leitmarktinitiative: Kommunikation über den gesamten Innovationslebenszyklus 60
4.3.1.3 Contracting-Modelle für die kommunale Straßenbeleuchtung 61
4.3.1.4 „Klimaschutz-Kompetenz“: Finanz-Intermediäre als Informations-Intermediäre 63
4.3.1.5 Absicherung von Preis- und Versorgungsrisiken 64
4.3.1.6 Schlussfolgerungen 65
4.3.2 Eigenkapital für die frühe Innovationsphase 66
4.3.2.1 Einschätzungen von Chancen, Risiken und Maßnahmen 67
4.3.2.2 Quantitative Entwicklung 69
4.3.2.3 Schlussfolgerungen 72
4.3.3 Finanzierung von Projekten und Infrastrukturen 73
4.3.3.1 Projektfinanzierung für die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen 73
4.3.3.2 Infrastrukturinvestitionen im Umfeld der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen 75
4.3.3.3 Schlussfolgerungen 77
4.3.4 „Energiewende“ in Schwellen- und Entwicklungsländern 78
4.3.4.1 Netzgebundene Energieversorgung (Windparks) 79
4.3.4.2 Netzunabhängige Energieversorgung (Dorfstromsysteme und Solar Home Systems (SHSs)) 81
4.3.4.3 Schlussfolgerungen 83
4.3.5 Kapitalmärkte für Unternehmensfinanzierung 84
4.3.5.1 Fremdkapitalaufnahme von Cleantech-Unternehmen über den Kapitalmarkt 85
4.3.5.2 Eigenkapitalaufnahme von Cleantech-Unternehmen über den Kapitalmarkt 86
4.3.5.3 Sensitivität des Kapitalmarkts bei Cleantech-Unternehmen 87
4.3.5.4 Sensitivität des Kapitalmarkts bzgl. Änderungen politischer Rahmenbedingungen 88
4.3.5.5 Kapitalmarktreaktionen auf Konsolidierungsschritte in der Cleantech-Industrie 90
4.3.5.6 Bewertung von (Forschungs-)Kooperationsankündigungen am Kapitalmarkt 91
4.3.5.7 Nachhaltiges Investment 92
4.3.5.8 Schlussfolgerungen zum Kapitalmarkt 94
4.4 Schlussfolgerungen zu Innovationen zum Klimaschutz 95

5 ZUSAMMENFASSENDE PERSPEKTIVEN **98**

6 SYNOPSE DER STUDIEN **102**
6.1 Bedarf an Klimainformationen (vgl. Kapitel 3) 102
6.2 Finanzierung von Innovationen zum Klimaschutz (vgl. Kapitel 4) 104

7 LITERATURVERZEICHNIS **112**

IMPRESSUM **117**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: a) Phasen der Generierung und Nutzung von Klimawissen
b) Phasen des Innovationslebenszyklus.....27

Abbildung 2: Wertschöpfungskette für Klimainformationen.....49

Abbildung 3: Finanzierung von „New Energy“ / „Cleantech“, in Mrd. USD (BNEF 2013).....51

Abbildung 4: Wagnis- und Beteiligungskapital-Investitionen in Cleantech
in den 17 größten Märkten, in Mrd. USD (Thomson 2012).....70

Abbildung 5: Wagniskapital-Investitionen in Cleantech in Deutschland, in Mio. USD 71

Abbildung 6: Investitionen in Erneuerbare-Energien-Projekte, in Mrd. USD (BNEF 2013).....79

1 ZUSAMMENFASSUNG

1.1 Ausgangspunkte

Wirtschaftlich erfolgreiche Staaten verfügen typischerweise über einen hoch entwickelten (marktwirtschaftlich organisierten) Finanzsektor: Der Finanzsektor gewährleistet (idealtypisch) eine effiziente Allokation von Kapital sowie eine adäquate Geld- bzw. Kreditschöpfung und ist damit ein entscheidender Träger der Dynamik des Wirtschaftswachstums. Entsprechend den Prognosen der Klimaforschung könnte allerdings ein weiteres Wirtschaften mit den heute üblichen Technologien das (Über-)Leben für die Menschen erheblich bedrohen – auch ohne weiteres wirtschaftliches Wachstum und ohne ein weiteres Wachstum der Bevölkerung.

Auch unabhängig von dieser prinzipiellen langfristigen Problematik kann davon ausgegangen werden, dass die Risiken wetterbedingter Schäden bereits in näherer Zukunft zunehmen und Veränderungen des Klimas sowie die Anpassung an diese Veränderungen mit erheblichen (ökonomischen) Kosten und Risiken verbunden sein werden. Mit wachsender (ökonomischer) Relevanz der Anpassung an Veränderungen des Klimas gewinnt die Frage nach **entscheidungsorientierten Klimainformationen** zu diesen Veränderungen und ihren Auswirkungen an Bedeutung. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass die Vorsorge i. S. der (nationalen und internationalen) Klimaschutz-Politik es zunehmend erfordert, nach Wegen der **Entkopplung der wirtschaftlichen Wertschöpfung von fossilen Energieträgern**, d. h. nach Wegen der Steigerung der Energieeffizienz sowie des Anteils erneuerbarer Energien zu suchen. Damit wächst auch die Notwendigkeit, Möglichkeiten zu prüfen, den Prozess der Generierung, Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zu beschleunigen und die Kosten und Risiken einer solchen Beschleunigung angemessen zu verteilen, zu finanzieren, aber auch zu reduzieren.

Das Projekt „Climate Change, Financial Markets and Innovation“ (CFI) zielt daher insbesondere auf die Klärung der Möglichkeiten und Grenzen des **Finanzsektors** (Kreditinstitute, Versicherer, Investoren) ab, Beiträge zu einer

- Verbesserung der Information für eine effiziente und effektive Anpassung an den Klimawandel bzw. ein optimiertes Risikomanagement und

- Beschleunigung der Kommerzialisierung und Diffusion von Klimaschutz-Innovationen

zu leisten. Dazu wurde eine Vielzahl nationaler und internationaler, quantitativer und qualitativer Untersuchungen durchgeführt, mit dem Ziel, die Grundlagen der Reflexion der Akteure des Finanzsektors selbst wie auch ihrer (wirtschaftlichen und gesellschaftlichen) Stakeholder und der Politik zu verbessern und den Dialog zwischen wohlfahrtsökonomischer Perspektive und individueller Finanzierungsperspektive zu unterstützen. Darüber hinaus wurden exemplarisch auf Basis der Studien und Dialoge mit den Mitgliedern des „Finanz-Forum: Klimawandel“ und weiteren Partnern auch handlungsorientierte Konzepte erarbeitet. (Eine Übersicht der durchgeführten Studien und Publikationen findet sich in Kapitel 6.)

1.2 Bedarf an Klimainformationen

Ziele und theoretischer Rahmen
Die unmittelbare Zielsetzung des CFI-Projekts bestand zunächst darin, die Informationsbedarfe der Finanzdienstleister zu identifizieren und damit ihre Rolle als (potenzielle) Nutzer von Informations-Services zu untersuchen. Als erweiterte Zielsetzung wurde die Rolle der Finanzdienstleister als Informations-Intermediäre und Partner in der Informations-Wertschöpfungskette sowie als Partner und Berater bei der Initiierung und Entwicklung entsprechender Services – im Dienste des Managements von Klimarisiken und der Anpassung an den Klimawandel auch über den Finanzsektor hinaus – untersucht. Des Weiteren ging es darum, die Entwicklung von Klimainformations-Services als ökonomische und institutionelle Herausforderung zu erfassen: Der wirtschaftswissenschaftliche Horizont der Fragestellungen ergibt sich insbesondere aus der Problematik der Zuordnung von Klimainformationen als öffentliches oder privates Gut, der Bestimmung des ökonomischen Werts der Klimainformationen sowie des Abgleichs von Angebot und Nachfrage.

Zentrale Ergebnisse zum Bedarf an Klimainformationen
Die zentralen Ergebnisse sind in fünf Abschnitte gegliedert: Abschnitt (a) stellt die Ergebnisse im Hinblick auf **Betroffenheit, Erwartungen und Kompetenzen der Finanzdienstleister** dar; Abschnitt (b) stellt die **Perspektive der Kunden und weiterer Stakeholder** dar, Abschnitt (c) die Rollen der **Finanzdienstleister als Klimainformations-Nutzer, Klimainformations-Intermediäre und Entwicklungspartner** und Abschnitt (d) die **ökonomischen und institutionellen Herausforderungen**. Im letzten Abschnitt (e) werden Schlussfolgerungen gezogen.

(a) Betroffenheit, Erwartungen und Kompetenzen der Finanzdienstleister
Die Analysen der Einschätzungen der eigenen Betroffenheit, der Erwartungen sowie des Informationsstands und -bedarfs führen zu folgender Gesamteinschätzung: Die deutschen und internationalen **Versicherer** verzeichnen bereits heute eine Zunahme von wetterbedingten Risiken und erwarten, dass diese Risiken in Zukunft weiter steigen werden. Zudem sehen sie erhebliche Herausforderungen, ihre „Klimakompetenz“ auszubauen, um Risiken auch in Zukunft adäquat quantifizieren zu können, und sind nach eigener Einschätzung auf Kooperation mit entsprechenden Forschungsinstituten und Serviceeinrichtungen angewiesen.

Deutsche und internationale **Kreditinstitute** erwarten, dass die Veränderung und Zunahme wetterbedingter Risiken zukünftig auch für das Kreditgeschäft relevanter wird. Auch sie sehen es daher als erforderlich an, ihre eigene „Klimakompetenz“ zu stärken. Allerdings haben Risiken infolge des Klimawandels bei der Prüfung der Kapitaldienstfähigkeit von potenziellen Kreditnehmern derzeit keine generelle Relevanz; und dementsprechend erfolgt derzeitig i. d. R. (noch) keine systematische Erfassung von Kreditausfällen infolge wetterbedingter Schäden. Im Unterschied zu den Versicherern sehen die Kreditinstitute hier weniger gegenwärtige als vielmehr zukünftige Herausforderungen. Auch **weitere Finanzdienstleister** (Investoren und Wirtschaftsprüfer) nehmen den Klimawandel als ein relevantes Thema wahr, allerdings handelt es sich auch für sie derzeit eher um eine zukünftige Herausforderung. Kompetenzen und Strukturen zur (systematischen) Berücksichtigung von Klimarisiken sind über den Versicherungssektor hinaus in Deutschland und international derzeit noch relativ schwach ausgeprägt.

Weitere Finanzdienstleistungen, wie **Wetter- und Katastrophenderivate**, können als finanzwirtschaftliche Instrumente der Risikoallokation zu einem verbesserten Risikomanagement und der Anpassung an den Klimawandel beitragen, indem sie wetterbedingte Risiken im Sinne „börsengehandelter Versicherungsverträge“ auf den Kapitalmarkt transferieren. Der Markt für Wetterderivate hat sein Potenzial hierbei bei Weitem noch nicht ausgeschöpft.

Aufgrund der Unterschiedlichkeit finanzwirtschaftlicher Geschäftsbereiche (auch innerhalb des Versicherungssektors, der Kreditwirtschaft etc.) und ihrer unterschiedlichen Betroffenheit von sich ändernden Klimarisiken ergibt sich eine Vielfalt an **Klimainformations-Bedarfen**. Abgesehen von solchen Unterschieden besteht aber allgemein ein großes Interesse insbesondere an regional hochauflösenden Klimainformationen, an Prognosen zu den Auswirkungen von Klimaänderungen auf Wirtschaftssektoren (wie z. B. Bau- und Immobilienwirtschaft, Infrastruktur und Verkehr), an Interpretationshilfen zur Bewertung der Aussagekraft und Verlässlichkeit solcher Prognosen sowie z. B. Best-Practice-Beispielen zur Berücksichtigung von Chancen und Risiken des Klimawandels in der Finanzwirtschaft.

(b) Die Perspektive der Kunden und weiterer Stakeholder
Über die Selbsteinschätzung der Finanzdienstleister hinaus wurde auch die Selbsteinschätzung **von spezifischen Kundengruppen** des Finanzsektors (Geschäftskunden, private Immobilienbesitzer und Fondsanleger) in Deutschland im Hinblick auf die Betroffenheit, Erwartungen und Informationsbedarfe bzgl. wetterbedingter Risiken und ihrer Änderungen analysiert. Dabei zeigte sich unter anderem, dass sich ein relevanter Teil der dazu befragten Kunden Informationen über Risiken infolge des Klimawandels auch von ihren Versicherern oder Banken und Sparkassen wünscht. Diese Kundenerwartungen an die Finanzdienstleister richten sich auf die Rolle von Versicherern und Kreditinstituten als Klimainformations-Intermediäre: Die Erwartungen weisen damit über ihre originären Tätigkeiten – die Übernahme von Risiken im Rahmen von Versicherungslösungen und die Gewährung von Krediten – deutlich hinaus und sind insgesamt höher, als von den Finanzdienstleistern im Vorfeld der Befragung vermutet wurde. Aus der Perspektive der Versicherer zeigen die Studien zu den Selbsteinschätzungen ihrer Kunden einen grundsätzlichen Aufklärungs-, Kommunikations- und Beratungsbedarf: Die Versicherer halten ihre Kunden für zu wenig informiert – sowohl hinsichtlich der spezifischen eigenen Exponiertheit gegenüber Klimarisiken als auch bezüglich ihres bestehenden Versicherungsschutzes. Auch ein Teil der befragten **Stadtplaner** würde gern auf die Risikoeinschätzung der Versicherer zugreifen, um ihre Planungen entsprechend zu optimieren. Die Kundenbefragung erwies sich zudem als hilfreich für den Informationsbedarf der Politik im Rahmen der „**Deutschen Anpassungsstrategie**“. Zwei der ausgewählten Indikatoren (ein Impact- und ein Response-Indikator) im Versicherungssektor basieren auf dieser Befragung.

(c) Finanzdienstleister als Klimainformations-Nutzer, Klimainformations-Intermediäre und Entwicklungspartner
Die Studienergebnisse werfen für die Versicherer, aber auch für weitere Finanzdienstleister die strategische und normative Fragestellung auf, inwieweit sie sich den Erwartungen an ihre Rolle als Informations-Intermediäre (gemeinsam oder einzeln) stellen wollen. Bereits heute nutzen die Versicherer ihre „Klimakompetenz“ auch über die Vermittlung von Versicherungslösungen hinaus oder planen, dies zu tun. Der Finanzsektor verfügt heute nach eigenen Angaben allerdings nicht in dem Maße über die erforderlichen Informationen zur Kalkulation der zukünftigen wetterbedingten Risiken, wie es aus seiner Sicht für das eigene Risikomanagement und die Begleitung der Kunden erforderlich wäre. Die Finanzdienstleister begrüßen daher den auf Initiative der Bundesregierung erfolgenden Aufbau von Klimainformations-Services (wie z. B. die Gründung des **Climate Service Centers (CSC)** als zentrale Servicestelle) sowie

den systematischen Einbezug des Finanzsektors in diese Maßnahmen. Insbesondere die Versicherungswirtschaft hat sich dabei nicht nur als Partner in der Entwicklung und potenzieller Kunde von Klimainformations-Services, sondern überdies ebenso als Partner in der Informations-Wertschöpfungskette erwiesen. Unter anderem hat der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) mit Bekanntmachung vom Frühjahr 2011 damit begonnen, unter der Bezeichnung „ZÜRS public“ eine öffentlich zugängliche Version des ursprünglich rein verbandsinternen Zonierungssystems zu entwickeln. Zudem hat der GDV die beiden vom SBI gemeinsam mit dem CSC durchgeführten Workshops „Klimafolgen zur Beurteilung der Auswirkungen von konvektiven Extremwetterereignissen auf die Schadenslast in Deutschland“ und „Regionalisierte Bewertung und Modellierung von Ertragsausfällen im Pflanzenbau infolge klimabedingter Zunahme extremer Wetterereignisse“ sowie die vom CSC durchgeführte Machbarkeitsstudie („Starkregenrisiko 2050“) maßgeblich unterstützt und für diese Studie auch die klimatisch bedingten Schadensdaten zur Verfügung gestellt. Auch unabhängig von Services bzgl. der Einschätzung zukünftiger Risiken ergeben sich recht fundamentale Aufgaben der Verbesserung der **Datenlage**: verbesserte Dokumentation der historischen Daten, der Standardisierung von Daten, der Vernetzung und des Zugangs zu Datenbanken (z. B. zu Extremwetterereignissen, weiteren Wetterdaten und auch Schadensdaten).

(d) Ökonomische und institutionelle Herausforderungen

Die Analysen und Dialoge machen aber auch deutlich, dass es bei der Entwicklung von Klimainformationen nicht nur um Service-Innovationen i. S. der nutzergerechten Übersetzung und Distribution vorhandenen Wissens geht. Vielmehr ist diese Entwicklung z. T. auch mit neuen Aufgaben für die Forschung verbunden. Teilweise haben sie den Charakter von System-Innovationen und erfordern das (Weiter-)Entwickeln einer Informations-Architektur und von neuen Informations-Märkten. Dabei ergeben sich wesentliche ökonomische und institutionelle Herausforderungen für die schnelle Entwicklung und Implementierung: Entwicklung des Risikomanagements der Anwender, Zeit und Kompetenz der Anwender als Partner der Entwicklung, Management von wissenschaftlichen Wertschöpfungsketten und Services, Qualität von Klimainformationen unter gegebenen Unsicherheiten und Regeln der Zusammenarbeit. Diese ökonomischen und institutionellen Herausforderungen überlagern die fachlichen Herausforderungen der Entwicklung der Informations-Services in hohem Maße.

Auf Basis der Projektergebnisse haben sich Finanzdienstleister dazu bekannt, diese Fragestellung auch in Zukunft weiter (gemeinsam) zu bearbeiten. Seitens des Finanzsektors in Deutschland will sich zukünftig auch der Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e. V. (VfU) mit den Fragen des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel befassen. Auf internationaler Ebene haben das Umweltprogramm der Vereinten Nationen mit ihrer Finanzinitiative (UNEP Finance Initiative) und die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) beschlossen, mit einer Reihe von Wetterdiensten und Klima-Service-Anbietern einen gemeinsamen internationalen Prozess zur Weiterentwicklung von Klimainformations-Services anzustoßen. Ähnliches gilt für die europäische Initiative Joint Programming Initiative Climate (JPI Climate 2013), die den Finanzsektor zukünftig als einen wesentlichen Partner neben (bzw. quer zu) anderen Sektoren einbeziehen will.

(e) Schlussfolgerungen zum Bedarf an Klimainformationen (Kap. 1.2)

Eine Steigerung der „Klimakompetenz“ von Finanzdienstleistern kann – so die Schlussfolgerung – nicht nur einen Beitrag zum Risikomanagement der Finanzdienstleister leisten. Sie kann darüber hinaus auch einen Beitrag zum Risikomanagement der Realwirtschaft und zur

Umsetzung von öffentlichen und privaten Anpassungsstrategien erbringen. Den Finanzdienstleistern kommt auf Basis ihrer regionen- und sektorübergreifenden Aufgaben dabei eine Funktion zu, die über die rein privatwirtschaftliche Rolle hinaus auch eine wohlfahrtsökonomische Relevanz besitzt.

Für Finanzdienstleister wird sich zunehmend konkreter die Frage stellen, in welchem Ausmaß sie – aus rein privatwirtschaftlichen Motiven oder aus Gründen der gesellschaftlichen Verantwortung – aktiv eigene Ressourcen aufwenden wollen und können, um ihre „**Klimakompetenz**“ (gemeinsam und / oder einzeln) zu stärken, die vorhandenen Unsicherheiten für spezifische Regionen und einzelne Geschäftsfelder abzubauen, das vorhandene Wissen in ihrer Rolle als Klimainformations-Intermediäre noch aktiver ihren Kunden und der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen und die ökonomischen, institutionellen und fachlichen Herausforderungen der Zusammenarbeit mit den Anbietern von Klimainformations-Services und der öffentlichen Hand zu überwinden. Die Anreize, sich bereits heute mit den Fragen der Entwicklung adäquater Services aktiv zu befassen, scheinen derzeit allerdings für viele Finanzdienstleister – abgesehen von einigen (Rück-)Versicherern – noch relativ schwach ausgeprägt zu sein.

Die ökonomische Perspektive, wie sie im CFI-Projekt gemeinsam mit den Partnern des Finanzsektors („Finanz-Forum: Klimawandel“ und UNEP Finance Initiative) verfolgt wurde, schlägt Brücken zwischen den privatwirtschaftlichen und den öffentlichen wohlfahrtsökonomischen Perspektiven; sie kann zukünftig helfen, bestehende Hemmnisse zu identifizieren und institutionelle Arrangements zu entwickeln, die geeignet sind, öffentliche und private Kompetenzen und Ressourcen effizient und effektiv zu nutzen und so die Entwicklung von Klimainformations-Services zu unterstützen.

Aus Sicht öffentlicher und privatwirtschaftlicher Akteure dienen solche Informationen der Verbesserung des jeweils eigenen Risikomanagements, d. h. der Verbesserung der Möglichkeiten, (sich verändernden) wetterbedingten Risiken Rechnung zu tragen. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht liegt der Nutzen solcher Informationen und eines verbesserten Risikomanagements in der Optimierung der Kapitalallokation bzw. der Verringerung gesamtwirtschaftlicher Kosten.

1.3 Finanzierung von Innovationen zum Klimaschutz

Ziele und theoretischer Rahmen

Ziel der CFI-Studien war es insbesondere, zu analysieren, wie Finanzdienstleister und Finanzmärkte innerhalb der Phasen des Innovationslebenszyklus (der Kommerzialisierung und Diffusion) agieren, welche Kosten und Rendite-/Risiko-Verhältnisse sie dabei tragen oder eben nicht tragen (können oder wollen), wie sie mit gegebenen Rahmenbedingungen umgehen und wie sie auf Veränderungen der Rahmenbedingungen reagieren. Darüber hinaus geht es auch darum, auf dieser Grundlage Ansatzpunkte dafür zu finden, wie die Rolle der Finanzdienstleister und Finanzmärkte stärker für die Beschleunigung der Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zum Klimaschutz aktiviert werden kann und welche Änderungen ihres Verhaltens oder der Rahmenbedingungen sie dazu gegebenenfalls selbst vorschlagen.

Der finanzwirtschaftliche Forschungsfokus der Untersuchungen orientiert sich entlang der unterschiedlichen Phasen des Innovationslebenszyklus von der Generierung bis zu Marktreife und Marktkonsolidierung. Die CFI-Studien gehen über Analysen realtypischer Modellmärkte hinaus

und betrachten existierende Märkte / Unternehmen. Dabei beziehen sie Analysen von Informations- und Transaktionskosten und Rahmenbedingungen als wesentliche Determinanten der Entscheidungen von Akteuren ein. Mit Blick auf die Generierung und Kommerzialisierung von Innovationen sowie das Entstehen neuer Märkte zielen die Studien z. T. auch auf die Begründung des Eingreifens der Politik in den Innovationsprozess (z. B. durch die Schaffung von Leitmärkten oder öffentlich-private Zusammenarbeit). Einerseits kann sich die öffentliche Hand dazu entschließen, aus Gründen des Klimaschutzes Kosten und Risiken (der Forschung und der Umsetzung) gezielt zu übernehmen, um Innovationen zu fördern; andererseits darf sie dabei die privatwirtschaftliche Bereitschaft zur Finanzierung und Risikoübernahme von Innovationen nicht reduzieren oder gar verdrängen – vielmehr sollte diese möglichst vollumfänglich genutzt werden.

Zentrale Ergebnisse und Schlussfolgerungen zur Finanzierung von Innovationen zum Klimaschutz
Die zentralen Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Studien sind in sechs Abschnitte gegliedert. Der erste Abschnitt (a) zeigt, ausgehend von der Hightech-Strategie, exemplarisch Studien und Verfahren zur **Generierung und Kommerzialisierung von Innovationen und Wissen** auf. Im darauf folgenden Abschnitt (b) geht es um **Eigenkapital für die frühe Innovationsphase**. Abschnitt (c) beschäftigt sich mit der **Finanzierung von Projekten und Infrastrukturen**. Abschnitt (d) wirft Finanzierungsfragen bei der **„Energiewende" in Schwellen- und Entwicklungsländern** auf. Schließlich wird im Abschnitt (e) die Perspektive der **Kapitalmärkte für Unternehmensfinanzierung** beleuchtet, da nur ein funktionierender Kapitalmarktzugang eine langfristig orientierte Finanzierung für Innovationen gewährleisten kann. Im letzten Abschnitt (f) werden Schlussfolgerungen gezogen.

(a) Generierung und Kommerzialisierung von Innovationen und Wissen
(a 1) Förderung von Innovationen zum Klimaschutz und Hemmnisse
Mit der **Hightech-Strategie** und weiteren Initiativen trägt die Bundesregierung seit dem Jahr 2007 der besonderen Bedeutung der Entwicklung von Innovationen zum Klimaschutz Rechnung und fördert diese Technologien mit erheblichen öffentlichen Mitteln. Sie unterstützt damit die Generierung und z. T. die Kommerzialisierung dieser Innovationen. Diese Innovationen ereignen sich zwar in einer Vielfalt unterschiedlicher Wertschöpfungsketten; dennoch unterliegen sie aufgrund einiger gemeinsamer Eigenschaften über den gesamten **Innovationslebenszyklus** auch ähnlichen **Barrieren und Hemmnissen** – wenn auch mit jeweils ganz spezifischen Ausprägungen. Dazu gehören z. B. hoher Kapitalbedarf bereits in einer frühen Phase vor der Marktreife, lange Amortisationszeiten, mangelnde Skalierbarkeit, Abhängigkeit von der Entwicklung weiterer Infrastrukturen und Systeme etc. Diese Barrieren und Hemmnisse sind teilweise genuin technisch bedingt, teilweise sind sie das Resultat der prinzipiellen Abhängigkeit von (nationalen und internationalen) politischen Maßnahmen bzw. Regulierungen oder des insgesamt schwachen Entwicklungsstands einiger Finanzmarktsegmente in Deutschland, wie etwa im Bereich von Wagniskapital. Viele Innovationen ermöglichen und erfordern zudem Änderungen entlang der Wertschöpfungsketten, die sich in spezifischen Finanzierungsfragen für diverse Kundengruppen und Anwendungsfelder niederschlagen. Teilweise kommt es zu Marktfriktionen und Finanzierungshemmnissen, zu deren Überwindung es entsprechender Lösungen, bspw. in Form neu entwickelter Kontraktdesigns, bedarf.

Schlussfolgerungen
Aus (politischen) Gründen des Klimaschutzes wird daher im Fall von Klimaschutz-Innovationen über die typische technische Forschung hinaus ein erhöhter Bedarf gesehen, Maßnahmen zu ergreifen, die zu einer **Beschleunigung** der Generierung führen und insbesondere einen möglichst schnellen Übergang in die Kommerzialisierungs- bzw. Diffusionsphase ermöglichen. Dazu ist eine frühzeitige Identifikation der jeweils spezifischen – auch nicht genuin technischen – Hemmnisse erforderlich. Exemplarisch wurden daher im Rahmen des CFI-Projekts verschiedene Wertschöpfungsketten, Innovations- und Anwendungsfelder analysiert und z. T. auch aktiv begleitet.

(a 2) LED-Leitmarktinitiative – Kommunikation über den gesamten Innovationszyklus und Entwicklung von Contracting- und Leasing-Geschäftsmodellen
Eine solche Kopplung technologischer und ökonomischer Fragestellungen inkl. der Klärung von Finanzierungsaspekten, die Partner über den gesamten Innovationszyklus zusammenbringt, ist z. B. im Rahmen des vom BMBF 2009 initiierten Dialogforums, der **LED-Leitmarktinitiative**, mit weiteren öffentlichen, privaten und wissenschaftlichen Akteuren (Deutscher Städte- und Gemeindebund (DStGB), Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI), weiteren Verbänden, Contractoren und Herstellern) sowie ab 2012 weiteren Ressorts (BMU, BMVBS) gelungen. Zu den Hemmnissen gehörten u. a. die fehlende Langzeiterfahrung bzgl. Qualität, Haltbarkeit und Energieeffizienz, mangelnde Standardisierung, Höhe der Anfangsinvestitionen etc. Aus der Finanzierungsperspektive wurden u. a. die Entwicklung eines Risikomodells und die Entwicklung von Contracting-Lösungen zur Überwindung von Investitions- bzw. Finanzierungshemmnissen als relevant identifiziert und ihre Entwicklung angestoßen.

In vielen Wertschöpfungsketten ist die absolute Höhe der Anfangsinvestition ein Hemmnis für Energieeffizienz-Investitionen. Damit wird die Frage relevant, ob und inwieweit solche Hemmnisse mit der Entwicklung von Contracting- und Leasing-Geschäftsmodellen überwunden werden können. Daher wurden exemplarisch im Innovationsfeld LED (vgl. LED-Leitmarktinitiative; s. o.) für den Anwendungsfall der kommunalen Straßenbeleuchtung zwei **Contracting-Vertragsmuster** mit dem DStGB und dem ZVEI entwickelt, die jeweils Energieeinspargarantien mit einem Finanzierungs-Contracting und einem Liefer-Contracting kombinieren. Der Anbieter des Contracting trägt damit das mit der Energieeinspargarantie verbundene Risiko.

Schlussfolgerungen
Auf Basis der Analysen und Entwicklungsarbeiten wird zum einen das Potenzial gesehen, die Entwicklung von neuen **Geschäftsmodellen** bzw. institutionellen Innovationen (hier im Bereich Contracting) aus der Finanzierungsperspektive voranzutreiben und diese für weitere Innovations- und Anwendungsfelder zu prüfen. Zum anderen zeigt das Beispiel die Zweckmäßigkeit von längerfristigen spezifischen Dialogplattformen (wie z. B. der LED-Leitmarktinitiative), um technische und marktliche Innovationshemmnisse frühzeitig zu adressieren.

(a 3) Finanz-Intermediäre als Informations-Intermediäre für Klimaschutz
Die Kreditinstitute (und Versicherer) haben ihre Klima(schutz)-Kompetenz (im Hinblick auf Geschäftskunden, private Immobilienbesitzer, Kommunen und Bürger) insbesondere dahingehend aufgebaut, dass sie Investitionen in erneuerbare Energien finanzieren und versichern können und teilweise auch auf Energieberater verweisen. Auf Basis einer repräsentativen Marktforschungsstudie zeigt sich, dass Finanzdienstleister von Geschäftskunden und privaten Immobilienbesitzern im Hinblick auf Energieeffizienz-Maßnahmen und erneuerbare Energien über ihre Finanzierungs- und Versicherungsfunktion hinaus auch (mehr, als zu erwarten war) als Informations-Intermediäre im Hinblick auf „Klimaschutz-Kompetenz“ wahrgenommen werden.

Schlussfolgerungen
Eine wesentliche generelle Herausforderung besteht darin, Wissen zum Klimaschutz (i. S. marktreifer technischer Lösungen) schnell und effizient in der Wirtschaft zu verbreiten. Finanzdienstleister können diesen Wissenstransfer als Informations-Intermediäre unterstützen. Die Analysen und Dialoge haben zudem aufgezeigt, dass seitens der Kreditinstitute selbst derzeit eine Lücke insbesondere im Hinblick auf die Adressierung von **Energieeffizienz**-Investitionen und die Möglichkeiten ihrer Finanzierung gesehen wird. In dieser Hinsicht könnten die Kreditinstitute als **Informations-Intermediäre** und Multiplikatoren, aber auch mit der Entwicklung bzw. Anpassung entsprechender Finanzierungsleistungen einen zusätzlichen Beitrag leisten.

(a 4) Grenzen der Absicherung von Preis- und Versorgungsrisiken
Die industriellen Wertschöpfungsketten von Klimaschutz-Innovationen erfordern häufig auch den Einsatz von sehr knappen Ressourcen (wie bspw. Seltene Erden). Insbesondere viele Technologien im Bereich Elektromobilität sind hiervon betroffen. Am Beispiel **Seltener Erden** wurde daher untersucht, ob und wie Preis- und Versorgungsrisiken von Finanzdienstleistern begegnet werden kann bzw. ob typische derivative Instrumente zum Risikotransfer an Kapitalmärkten hinreichend präzise bepreist werden können. Die Ergebnisse verdeutlichen ein fundamentales Problem. Für alle Preisprozesse von Seltenerdmetallen liegen gegenwärtig noch unvollständige Märkte vor. Rationale Finanzmarktakteure bieten hier entweder überhaupt keine oder nur prohibitiv teure Absicherungsprodukte an.

Schlussfolgerungen
Unternehmen können gegenwärtig nicht damit rechnen, dass ihnen vom Finanzdienstleistungssektor Produkte angeboten werden, um diesen Preis- und Versorgungsrisiken frühzeitig begegnen zu können. Finanzdaten können zwar neben strategischen Überlegungen ein hilfreicher Indikator für künftige Knappheiten sein, aber es sollten in Deutschland angesichts der unbefriedigenden Risikosituation Technologien zur Substitution und zum Recycling dieser Rohstoffe eine hohe Priorität genießen. Auf internationaler politischer Ebene sollten Bestrebungen zum Frei- und börsengestützten Handel solcher Stoffe unterstützt werden, durch die die Entwicklung von finanzwirtschaftlichen Absicherungsprodukten ermöglicht wird, und innerhalb der EU sollte über strategische Lagerhaltung nachgedacht werden.

(b) Eigenkapital für die frühe Innovationsphase
Die Verfügbarkeit von hinreichendem Eigenkapital ist in allen Innovationsfeldern eines der generellen ökonomischen Kernprobleme vor der Marktreife bzw. vor der Erzielung von Einnahmen aus dem Verkauf neuer Produkte. Bisherige Analysen kommen für Deutschland zu dem Ergebnis, dass eine strukturelle Finanzierungslücke insbesondere für innovative **KMU** und **junge Unternehmen** in der frühen Phase der Kommerzialisierung und Diffusion besteht.

Die empirische Beobachtung zeigt eine sich seit 2011 verringernde **Risikobereitschaft der Investoren**. Dies führt dazu, dass sich die Investoren im sogenannten Cleantech-Segment aus den frühen Phasen zurückziehen und in der Folge noch weniger Wagniskapital zur Verfügung steht. D. h.: Es werden kaum neue Fonds aufgelegt und weniger neue Investitionen getätigt. Dieser generelle Trend wirkt sich erheblich auf Klimaschutz-Innovationen aus, die in frühen Phasen vergleichsweise höhere Volumina und längere Umsetzungszeiten als bspw. Innovationen von internetbasierten Geschäftsfeldern erfordern. Vor dem Hintergrund des politischen bzw. öffentlichen Interesses, den Klimaschutz auch mit Technologien voranzutreiben, die heute noch nicht die volle Marktreife erreicht haben, gewinnt diese Problematik an Bedeutung.

Die Engpässe bzgl. der Verfügbarkeit von Eigenkapital für innovative Unternehmen, die Klimaschutz-Innovationen vorantreiben wollen, sind in **Deutschland** zusätzlich bedingt durch einen prinzipiellen **Mangel an Fonds bzw. Fondsgesellschaften**, die die Intention verfolgen und auch über die erforderliche Erfahrung verfügen, entsprechende Investmentvolumina zu akquirieren und erfolgreich in der frühen Phase zu investieren; und es fehlen regionale institutionelle Investoren, die bereit sind, in solche Fonds anzulegen. Dieser strukturelle Mangel wirkt sich insbesondere negativ auf die Finanzierung von Klimaschutz-Innovationen aus.

Nach Einschätzung der befragten (institutionellen) Investoren, Cleantech-Unternehmen und weiteren Experten wirkt sich derzeit auch die internationale **Finanzmarktregulierung** (insb. Kapitalhinterlegungsanforderungen für Versicherungen (Solvency II) und Banken (Basel III)) indirekt auf die (potenziellen) Wagniskapital-/Beteiligungskapital-Investoren dahingehend aus, dass die risikoreicheren Anlageklassen wie Investitionen in und Finanzierung von jungen Unternehmen reduziert werden (müssen). Unsicherheiten mit Blick auf die zukünftigen langfristigen Rahmenbedingungen verschärfen das wahrgenommene Investitionsrisiko und senken die Bereitschaft, jungen Technologieunternehmen mit Finanzierungslösungen für Investitionen zum Klimaschutz Kapital bereitzustellen.

Schlussfolgerungen zu Eigenkapital für die frühe Innovationsphase
Zur Überwindung dieser Finanzierungsengpässe wurden bereits 2008 zwischen privaten Finanzdienstleistern (Banken, Fondsgesellschaften und Versicherern) und der öffentlichen Seite (BMBF, BMU) Verhandlungen zu einem **„Klimaschutz-Innovationsfonds“** angestoßen, die genau diese strukturelle Lücke in Deutschland adressieren sollten. Die Gespräche sind im Jahr 2010 an Fragen der Allokation der Mittel mit Bezug auf die Phasen (nur Investitionen in der Gründungsphase versus Investitionen auch in spätere Phasen) sowie an institutionellen Fragen (Vetorecht des Bundes etc.) gescheitert. Das im Rahmen des CFI-Projekts mit den Partnern des Finanzsektors entwickelte Konzept sah einen PPP-Dachfonds für Wagnis- und Beteiligungsfonds vor, der auch strukturelle Impulse setzen sollte, indem er entsprechenden privaten Fonds als Anker-Investor zur Verfügung steht.

Auf Basis der Analysen und vor dem Hintergrund des aktuellen regulatorischen und ökonomischen Kontexts (Nachwirkungen der Finanzkrise) ist davon auszugehen, dass sich das Problem der (mangelnden) Verfügbarkeit von Eigenkapital in der frühen Phase wohl weiter verschärft, da die Renditeerwartungen der Investoren bei zunehmender Risikoaversion deutlich steigen. Gründe für die wachsende Risikoscheu werden in zahlreichen Insolvenzen, rückläufigen Exitmöglichkeiten, abnehmender Verfügbarkeit von Fremdkapital, zunehmender regulatorischer Unsicherheit (insbesondere im Hinblick auf Klimaschutz-Politik und wieder erstarkende Konkurrenz durch fossile Energieträger) gesehen. Es wird daher empfohlen, diese Finanzierungs-

lücke als wesentliche Herausforderung einer zukünftigen Innovationspolitik des Klimaschutzes zu adressieren.

(c) Finanzierung von Projekten und Infrastrukturen
Die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien als relevanter Beitrag zur „Energiewende“ wird insbesondere durch großvolumige Projekte realisiert, die sowohl bei der Energieerzeugung als auch bei der Entwicklung der Infrastruktur Projektfinanzierungsstrukturen (mit hohem Fremdkapitalanteil) erfordern. Typischerweise setzen im Rahmen der Projekt- und Infrastrukturfinanzierung engagierte Investoren und Kreditinstitute bereits technologisch erprobte, marktreife Anwendungen (Photovoltaik, Onshore-Wind, Biogas) voraus. Weiterhin werden auch stabile Rahmenbedingungen vorausgesetzt, die (bereits in der Planungsphase) eine adäquate, mit hinreichender Wahrscheinlichkeit abschätzbare Rentabilität sicherstellen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund relevant, dass die Investitionsprojekte im Bereich erneuerbarer Energien mit hohen Anfangsinvestitionen und langen Amortisationszeiten verbunden sind.

Neben Rentabilitäts- und Risikoanalysen für die etablierten Technologien wurden auch eine Reihe von Studien zu vielversprechenden Technologien durchgeführt, die (aufgrund ihrer spezifischen Risikoprofile) kaum mit Fremdkapital oder nur mit erweiterten Haftungszusagen der Eigenkapitalgeber über Projektfinanzierungsgesellschaften finanziert werden (bspw. Geothermie, Tiefseewindparks). Wo es nicht gelingt, die jeweiligen projektspezifischen Risiken durch privatwirtschaftlichen Interessenausgleich mit positiver Anreizwirkung zu adressieren, können entsprechende politisch gewünschte Projekte nur durch ergänzende staatliche Risikoübernahme verwirklicht werden.

Über die Projektfinanzierung hinaus stellen sich weitere spezifische finanzierungsbezogene Fragen: Smart Grids bzw. Smart Metering und daran geknüpfte Demand-Response-Anwendungen sollen den Energieverbrauch über die Zeit glätten und so Spitzenlasten reduzieren. Verschiedene Pilotstudien unterstreichen zwar die grundsätzliche Möglichkeit der Nachfrageglättung, aber aus ökonomischer Sicht und unter Einbeziehung des Verlusts an Flexibilität beim Verbraucher scheinen nur Lösungen im Gewerbe- und Industriekundenbereich so attraktiv zu sein, dass sich eine ausreichende Bereitschaft zur Teilnahme finden könnte. Weitere Möglichkeiten zur Stabilisierung der Energieversorgung bieten Speicher und reduzierter Verbrauch – gerade auch im Immobilienbestand. Für beide Bereiche liegt erste empirische Evidenz vor, die zeigt, dass neue technische Möglichkeiten auch einzelwirtschaftlich attraktiv umgesetzt werden können.

Schlussfolgerungen zur Projekt- und Infrastrukturfinanzierung
Die bisherigen Analysen legen nahe, dass sich die Finanzierung von Investitionen im Bereich der erneuerbaren Energien in einigen (etablierten) Anwendungsfeldern positiv weiterentwickeln kann, vorausgesetzt, die Regulierung wird unter Berücksichtigung der Restriktionen der privatwirtschaftlichen Finanzierung weiterentwickelt.

Die erforderlichen Investitionen für die Weiterentwicklung der Netzinfrastruktur (Smart Grids, Speicherung etc.) werden zukünftig wesentlich höhere Anforderungen an die Abstimmung privatwirtschaftlicher Investments und öffentlichen und privatwirtschaftlichen Steuerungsbedarfs stellen, als dies für die bisherigen Investitionen in erneuerbare Energien der Fall war. Vor diesem Hintergrund zeichnen sich bereits jetzt potenziell erhebliche Marktfriktionen bzw. Finanzierungshemmnisse ab. Es ist absehbar, dass der Bedarf besteht, neue Finanzierungsstrukturen zu entwickeln, die geeignet sind, anreizgerecht spezifische Risiken für diese Investitionen zu

adressieren, um eine ausreichende Kapitalversorgung sicherzustellen. Dementsprechend wird es auch wichtig sein, die Möglichkeiten und Grenzen der Risikoübernahme durch die privaten Investoren und Kreditinstitute kontinuierlich zu analysieren und transparent zu machen. Zudem muss wohl auch akzeptiert werden, dass manche technologisch umsetzbaren Lösungen (wie etwa Smart Metering) trotz erster Erfolge einzelwirtschaftlich noch für lange Zeit unattraktiv bleiben, sodass hier kein nennenswerter Beitrag zur „Energiewende“ erwartet werden kann.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass auch die langfristige Finanzierung von Projekten aufgrund von Basel III und Solvency II schwieriger geworden ist. Umso mehr gilt es, die Risikoeinschätzung und damit die Beschleunigung der Diffusion durch schnellen Wissenstransfer zu unterstützen.

(d) „Energiewende“ in Schwellen- und Entwicklungsländern
Für den globalen Klimaschutz ist entscheidend, dass in den Schwellen- und Entwicklungsländern die Energieversorgung auf erneuerbare Energien (insbesondere Wind und Photovoltaik) umgestellt wird. Auch internationale Finanzdienstleister könnten einen relevanten Beitrag zur Finanzierung entsprechender Investitionen leisten.

Die am Beispiel von **Windpark-Investments** durchgeführten Analysen zeigen, dass ein erhebliches Potenzial besteht, privates Kapital zur Finanzierung zu mobilisieren, dass aber zugleich ökonomische und institutionelle Hemmnisse bestehen, die durch Energieeinspeisegesetze, eine kürzere Genehmigungsdauer in der Planfeststellung, transparentere Prozesse, Verringerung des Risikos ungeplanter Änderungen und eine Reihe weiterer Maßnahmen zur Absicherung privatwirtschaftlicher Risiken abgebaut werden könnten.

Die CFI-Studien zu Geschäftsmodellen für Solar Home Systems und Mini-Grids zeigen, dass in Schwellen- und Entwicklungsländern ein relevantes Potenzial in netzunabhängiger Energieversorgung mit erneuerbaren Energien u. a. deshalb brachliegt, weil eine relevante Finanzierungslücke im Hinblick auf die **Finanzierung von lokalen Unternehmen** besteht, die aufgrund der (relativ zum Volumen) hohen Transaktionskosten oder auch der geringen Verfügbarkeit von Eigenkapital durch die derzeitigen (internationalen und nationalen) Finanzierungsmechanismen und Fondsstrukturen nicht adressiert werden (können). Abgesehen von Hemmnissen im Rahmen von Finanzierungsmechanismen und -strukturen ergeben sich auch im Hinblick auf die institutionellen (politischen) Rahmenbedingungen relevante Herausforderungen, die einer Finanzierung entgegenstehen.

Schlussfolgerungen zur „Energiewende“ in Schwellen- und Entwicklungsländern
Es wird daher vorgeschlagen, dass regionen-, innovations- und anwendungsspezifische Finanzierungsmechanismen zur Mobilisierung privaten Kapitals (weiter-)entwickelt werden, die die jeweils sehr spezifischen Rendite-/Risiko-Profile (z. B. von Windparks, Mini-Grids oder Solar-Home-Systems-Unternehmen) berücksichtigen. Es wird empfohlen, den Mangel an solchen spezifischen Finanzierungsstrukturen und -mechanismen in Wechselwirkung mit nationalen Rahmenbedingungen und der öffentlichen (internationalen) Förderung als entscheidende Herausforderung der internationalen Klimapolitik zu adressieren.

(e) Kapitalmärkte für Unternehmensfinanzierung
Ein guter Kapitalmarktzugang ist die langfristige Voraussetzung für prosperierende Cleantech-Unternehmen. Die CFI-Studien, die diese Einsicht unterlegen, lassen sich grob in Studien zur Fremdkapital- und zur Eigenkapitalversorgung gliedern.

Auf der **Fremdkapitalseite** können sich Cleantech-Unternehmen entweder über Kreditinstitute versorgen oder selbst Anleihen emittieren. Mit den Folgen der Finanzkrise und der verschärften Regulierung der Kreditwirtschaft ist der Kreditvergabespielraum vieler Banken deutlich eingeschränkt worden. Die Begebung von Anleihen ist gerade für kleinere Cleantech-Unternehmen nur zu höheren Zinsen möglich. Viele Unternehmen sahen daher am Kapitalmarkt eine alternative Quelle für Fremdkapital: Wandelanleihen, die in der Vergangenheit vielfach zur Finanzierung innovativer Unternehmen genutzt wurden (bspw. in der Biotech-Industrie). Diese Wandelanleihen (Convertible Bonds) besitzen neben der Anleihekomponente eine Option, zu ex ante definierten Konditionen in Eigenkapital getauscht – gewandelt – zu werden. Convertible Bonds verschaffen den emittierenden Unternehmen im Cleantech-Sektor jedoch weltweit auch keine attraktiven Finanzierungskosten. Der Kapitalmarkt reagiert auf die Emission von Wandelanleihen, die in diesen Fällen einen sehr starken Fremdkapitalcharakter haben, mit außerordentlich hohen negativen Aktienkursreaktionen. Diesen Reaktionen liegt die Einschätzung zugrunde, dass vor allem Unternehmen, die es nicht (mehr) schaffen, Aktien und damit direkt Eigenkapital am Kapitalmarkt aufzunehmen, das Instrument der Wandelanleihe nutzen (müssen).

Auf der **Eigenkapitalseite** zeigen die Analysen, dass Investoren, die nach Prinzipien des **nachhaltigen Investment** investieren, keine systematischen Nachteile bzgl. der finanziellen Performance in Kauf nehmen müssen. Zugleich wurde aufgezeigt, dass diese Investoren die Aufmerksamkeit des Managements auch auf Fragen des Klimaschutzes lenken und so eine positive Wirkung erzeugen können. Da diese Wirksamkeit durch Senkung der Informationskosten deutlich erhöht werden kann und auch Investoren mehr Transparenz erwarten, wurde im Rahmen des CFI-Projekts u. a. der Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE) darin unterstützt, die Attraktivität und Wirksamkeit des Deutschen Nachhaltigkeitskodex mithilfe eines Datenbank-Tools zu erhöhen. Während die Betonung der Nachhaltigkeit die Eigenkapitalfinanzierung von Unternehmen eher positiv beeinflusst, bilden das politisch sensible Umfeld und die generell besonders schwierig zu bewertende technologische Entwicklung von Cleantech-Unternehmen Bewertungsrisiken, die negativ am Kapitalmarkt eingepreist werden.

In weiteren Studien wurden Möglichkeiten der Eigenkapitalfinanzierung von Cleantech-Unternehmen durch Eigenkapitalerhöhungen untersucht. Idealtypisch nehmen Unternehmen mit dem Eigenkapital in der Regel zusätzlich noch überproportional Fremdkapital auf. Während Unternehmen in anderen Industrien gern den Zeitpunkt bei der Aufnahme neuen Eigenkapitals zu optimieren versuchen und deshalb erst nach einem längeren Kursanstieg und bei hohen Bewertungsniveaus neue Aktien anbieten, steht dieses Timing Cleantech-Unternehmen offensichtlich derzeit nicht offen. Vorlaufende Kursanstiege sind nicht zu beobachten, und die Verweildauer der zufließenden Barmittel ist ausgesprochen kurz, d. h., die Gelder werden unmittelbar investiert.

Des Weiteren wurde die **Sensitivität des Kapitalmarkts bei Cleantech-Unternehmen** in mehreren Untersuchungen eingehend analysiert. Mit Blick auf technologische Risiken reagieren Cleantech-Aktien besonders stark auf Kapitalmarktkommunikation in Form von berichteten Auftragseingängen. Vorhersagen über die Marktentwicklung auch durch professionelle Finanzanalysten sind im derzeitigen volatilen Umfeld nur schwer möglich.

Die Branche befindet sich zudem in einer anfangenden **Konsolidierungsphase**. In mehreren Studien zu Mergers & Acquisitions (M&A) wurde deshalb untersucht, wie sich die Unternehmen aufstellen, um neue Technologien zu integrieren und die Wettbewerbsfähigkeit durch höhere Skalenerträge sicherzustellen. Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang M&A-Transaktionen, welche eingehend hinsichtlich ihrer Erfolgsdeterminanten untersucht wurden. So leiden insbesondere größere Unternehmenskäufer unter negativen Kapitalmarktreaktionen. Gleiches gilt für Käufer, die vor den Transaktionen an der Börse sehr hohe Bewertungsniveaus erreicht hatten.

In Bereichen, in denen noch große technologische Unsicherheiten herrschen, wie bspw. im Bereich Elektromobilität, setzen Original Equipment Manufacturers (OEMs) dagegen weniger auf Zukäufe, sondern auf Forschungskooperationen, um Geschäftsrisiken zu reduzieren. Es zeigt sich, dass diese Kooperationen sehr positive Werteffekte auf die kleineren Kooperationspartner haben und offensichtlich positiv zur Finanzsituation dieser beitragen.

Der Kapitalmarkt spricht außerdem sehr sensitiv auf Änderungen politischer **Rahmenbedingungen** an, Verschärfungen im regulatorischen Umfeld von Cleantech-Unternehmen führen nicht nur zu Bewertungsabschlägen beim Eigenkapital dieser Unternehmen, sondern erhöhen außerdem auch die von Investoren geforderten Risikoprämien und steigern damit die Kapitalkosten.

Schlussfolgerungen zu Kapitalmärkten für Unternehmensfinanzierung

Es zeigt sich, dass die Finanzierung mit **Fremdkapitalmitteln** für die meisten Cleantech-Unternehmen in den Jahren nach der Finanzkrise deutlich erschwert wurde. Wandelanleihen als Finanzinstrument konnten dieser Tendenz nicht adäquat entgegenwirken.

Noch stärker als beim Fremdkapital sind die Unternehmen auf der **Eigenkapitalseite** von einem positiven allgemeinen Marktumfeld abhängig. In eher unruhigen Zeiten haben es Cleantech-Unternehmen im Vergleich zu anderen Branchen mit niedrigerem Risikoprofil eher schwer, Anleger zu gewinnen. Daher erfordern sowohl Börsengänge als auch Kapitalerhöhungen eigentlich ein gutes „Timing“ und eine exzellente Kommunikation. Aber zumindest die Zeit, auf ein attraktives Kapitalmarktumfeld zu warten, haben viele Cleantech-Unternehmen nicht. Eingeworbene Eigenmittel werden umgehend investiert und sogar mit überproportional viel neuem Fremdkapital zusätzlich gestreckt.

Die **Politik** muss sich zudem darauf einstellen, dass auch reifere, z. B. an der Börse notierte Unternehmen der Cleantech-Industrie nicht nur von Marktrisiken, sondern auch vom politischen Risiko im Bereich der erneuerbaren Energien sehr stark betroffen sind. Politische Unsicherheit und Änderungen von Rahmenbedingungen können die Kapitalkosten wesentlich erhöhen.

Die Ergebnisse der durchgeführten Kapitalmarktstudien sprechen insbesondere auch für verbesserte **Informations-Services** mit Blick auf Klimaschutz-Technologien bzw. Technologietrends, um die Kapitalmarktfinanzierung dieser Industrie zu erleichtern bzw. die Erwartungsbildung der Finanzanalysten zu unterstützen.

Es besteht darüber hinaus ein erheblicher genereller Bedarf, auf dem Kapitalmarkt die Transparenz bzgl. der Nachhaltigkeit von börsennotierten Unternehmen (u. a. mit Bezug auf den Klimaschutz) zu erhöhen bzw. die Informationskosten zu senken. Es wird empfohlen, die Umsetzung entsprechender Initiativen durch Forschung (zur Wirksamkeit sowie zu den Chancen und Risiken) zu stärken.

(f) Schlussfolgerungen zu Innovationen zum Klimaschutz (Kap. 1.3)
Die Analysen und Dialoge zeigen, dass sich verschiedene Märkte entwickeln konnten, innerhalb derer die Marktteilnehmer sich – soweit dies beobachtbar ist – im Wesentlichen rational verhalten. Die Analysen zeigen aber auch, dass sich die Akteure teilweise, aufgrund der Nichtvorhersehbarkeit des Ausgangs des Innovationsprozesses der einzelnen Technologien sowie der globalen Entwicklungen des Klimawandels und der Problematik der schwer prognostizierbaren Entwicklung der Klimaschutz-Politik, nur begrenzt rational verhalten (können).

Insgesamt zeigt sich, dass die Möglichkeit besteht, mit verbesserter **privatwirtschaftlicher Kompetenz**, verbesserten privatwirtschaftlichen Organisationsstrukturen, entsprechenden Finanzierungsangeboten, Kooperationen und Kommunikation mehr Optionen der Finanzierung zu entdecken, zu realisieren und zu skalieren. Darauf weisen die organisatorischen und strategischen Maßnahmen der Finanzdienstleister hin, die darauf zielen, entsprechende Kompetenzen auszubauen und zu nutzen. All dies erfolgt, auch ohne die privatwirtschaftliche Entscheidungslogik bzw. ein angemessenes Rendite-/Risiko-Verhältnis generell oder im Einzelfall infrage zu stellen. Und in diesem Sinne ist auch ein Wettbewerb um die kompetente Begleitung der Kunden in verschiedenen Geschäftsfeldern der Finanzdienstleister entstanden (Fonds und Genossenschaften zur Finanzierung erneuerbarer Energien, Angebote für nachhaltiges Investment in Aktien und Renten etc.).

Des Weiteren zeigen die Analysen und Dialoge aber auch, dass die Möglichkeit und der Bedarf besteht, **Hemmnisse der Finanzierung** von Innovationen zum Klimaschutz, die über Herausforderungen der Kompetenzbildung hinausgehen, als solche zu adressieren, und dass mehr proaktive Ideen zur Überwindung solcher Hemmnisse zu generieren sind. Dies bezieht sich insbesondere auf die Finanzierung von innovativen KMU, innovativen Unternehmen in der Phase der Kommerzialisierung, systemischen Innovationen (d. h. Innovationen mit einer hohen Abhängigkeit von Regulierung oder komplementären Infrastrukturen wie etwa im Bereich Netze und Speicherung), Investitionen in Energieeffizienz und Investitionen in erneuerbare Energien in Schwellen- und Entwicklungsländern.

Spiegelbildlich zeigt sich auf der Seite der öffentlich geförderten Forschung und der **Forschungspolitik**, wie diese mit Blick auf den Finanzsektor einen Beitrag dazu leisten kann, vorausschauend Markt- und Finanzierungshemmnisse zu adressieren. Zum einen können so Beiträge auf der Ebene von konkreten Innovations- und Anwendungsfeldern und **Innovations-lebenszyklen** erarbeitet werden, die den privatwirtschaftlichen wie auch den öffentlichen Akteuren dienen. Dazu kann, aufbauend auf Analysen, auch gehören, die Entwicklung von Finanzierungsstrukturen und -mechanismen sowie Geschäftsmodellen (wie z. B. Contracting und Leasing) sowie weiteren Maßnahmen voranzutreiben, die helfen, Investitionen über den gesamten Innovationslebenszyklus hinweg zu beschleunigen und **Leitmärkte** zu entwickeln. Zum anderen kann die Analyse der Wechselwirkungen zwischen den **Finanzmärkten** zur Unternehmens- und Projektfinanzierung und den politischen Rahmenbedingungen auch unabhängig von einzelnen Innovations- und Anwendungsfeldern wichtige Beiträge zur Analyse von Marktfriktionen sowie Finanzierungskosten und damit Kosten der „Energiewende“ leisten.

1.4 Zusammenfassende Perspektiven

Die finanzwirtschaftliche Perspektive ergänzt die Analyse der Entwicklung des Klimas und seiner Folgen, die technische Forschung, die klimaökonomische und die noch weiter gefasste transformations- bzw. evolutionsökonomische Perspektive. Sie trägt einerseits dazu bei, **Zielkonflikte** zwischen unterschiedlichen politischen (finanzwirtschaftlichen, wirtschafts- und klimapolitischen) Zielen und auch privatwirtschaftlichen und wohlfahrtsökonomischen Zielen offenzulegen, und sie bestätigt den Bedarf an Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen. Andererseits werden dabei aber auch konkrete **Handlungsspielräume** der einzelnen Akteure deutlich.

Es zeigt sich, dass die Anreize, sich aktiv mit den zukünftigen wetterbedingten Risiken auseinandersetzen und entsprechende Entwicklungen von **Klimainformations-Services** voranzutreiben sowie die Rolle als Informations-Intermediäre anzunehmen, über alle Finanzmärkte betrachtet heute noch relativ schwach sind und dass die Transaktions- und Informationskosten für die Verbreitung von Wissen zu Veränderungen des wetterbedingten Risikos als relativ hoch empfunden werden (Preisbildungen sind hier kaum beobachtbar).

Auch im Hinblick auf die schnelle Kommerzialisierung von **Innovationen zum Klimaschutz** zeigen sich erhebliche Marktfriktionen. Hier erweisen sich die Anreize, sich in einer frühen Phase aktiv mit Innovationen zum Klimaschutz zu befassen und entsprechende finanzielle Risiken zu übernehmen, derzeit als eher schwach. Hingegen sind die Anreize, bei langfristig stabilen Rahmenbedingungen Unternehmen und Projekte mit marktreifen, erprobten, d. h. skalierbaren Technologien zu finanzieren, hoch.

Zugleich zeigen die Analysen und Dialoge, dass diese **Herausforderungen** in beiderlei Hinsicht trotz teilweise schwacher Anreize bzw. erheblicher Informations-Asymmetrien mithilfe des Ausbaus von **Kompetenzen**, organisatorischen Maßnahmen, neuen (systematischen) Kooperationen und der Entwicklung neuer Strukturen – nicht zuletzt auf Basis normativer Selbstverpflichtung – adressiert werden können. Damit bestätigt sich, dass die Finanz-Intermediäre das Potenzial haben, als **Informations-Intermediäre** und als **Partner** eine aktive Rolle bei der Weiterentwicklung des Risikomanagements bzgl. der wetterbedingten Risiken und auch im Hinblick auf die Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zum Klimaschutz zu spielen. Teilweise handelt es sich aber auch um derzeit privatwirtschaftlich nicht tragbare **Kosten** (nicht zuletzt Informations- und Transaktionskosten) und **Risiken** oder um **Unsicherheiten**, die nicht aus dem Finanzsektor heraus überwunden werden können.

Insgesamt ergibt sich daraus, dass es weiterhin erheblicher öffentlicher und privater Anstrengungen bedarf, um das Potenzial des Finanzsektors über die derzeitigen Grenzen hinaus in die Richtung einer frühzeitigen Berücksichtigung der wetterbedingten Risiken und in Richtung einer Beschleunigung des Prozesses der Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zum Klimaschutz zu lenken. Für die differenzierte Beobachtung solcher Hemmnisse und die konkrete Bearbeitung von Herausforderungen im Rahmen der Weiterentwicklung der Klimaanpassungs- und Klimainformations-Politik, der Klimaschutz-Politik bzw. der Transformation des Energiesektors national und international haben sich eine Reihe von Zugängen als hilfreich erwiesen und erscheinen auch für die Zukunft fruchtbar:

- schnelle **Generierung von Erfahrungswissen und Wissenstransfer** zwischen der technischen und der naturwissenschaftlichen Forschung, den realwirtschaftlichen Akteuren, dem Finanzsektor und der Politik sowie den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften;

- **spezifische, auch im Zeitablauf wiederkehrende begleitende Analysen** von Finanzierungshemmnissen und -lücken in konkreten Innovations- und Anwendungsfeldern und (Informations-)Wertschöpfungsketten;

- **Dialogforen**, die über einen längeren Zeitraum hinweg über **Analysen** hinaus auch die Entwicklung von spezifischen **Maßnahmen** und ein **Monitoring** der Zielerreichung bzgl. der Kommerzialisierung und Diffusion sowie auch der Wechselwirkungen von Energie-, Klimaschutz-, Klimaanpassungs-, Innovations- und Finanzmarktpolitik vorantreiben.

Der finanzwirtschaftliche Zugang ist dazu geeignet, Brücken zwischen der technologisch orientierten Forschung einerseits und der volkswirtschaftlichen und politikwissenschaftlichen Forschung sowie der (sozialökologischen) Nachhaltigkeitsforschung im Allgemeinen andererseits zu schlagen und damit die Transformationsprozesse hin zu einer **„Green Economy“** bzw. zu einer „Energiewende“ und der Orientierung auf Nachhaltigkeit systematisch zu unterstützen. Dazu muss sich die finanzwirtschaftliche Forschung ihrerseits gegenüber informations- und innovationsökonomischen und weiteren ökonomischen, sozial- und geisteswissenschaftlichen Fragen öffnen. In diesem Sinne wird für die Zukunft eine stärkere Berücksichtigung und Integration von Finanzierungsfragen im Rahmen des Designs von zukünftigen Förderinitiativen und eines Monitorings der „Energiewende“ und des globalen Klimaschutzes empfohlen.

2 AUSGANGSPUNKTE

Wirtschaftlich erfolgreiche Staaten verfügen typischerweise über einen hoch entwickelten (marktwirtschaftlich organisierten) Finanzsektor: Der Finanzsektor gewährleistet (idealtypisch) eine effiziente Allokation von Kapital sowie eine adäquate Geld- bzw. Kreditschöpfung und ist damit ein entscheidender Träger der Dynamik des Wirtschaftswachstums. Aber die Wahrnehmung dieser Funktionen führt nicht „automatisch“ zu einem **wohlfahrtsökonomischen Optimum** im Hinblick auf Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel. Entsprechend den Prognosen von Klimaforschern könnte vielmehr ein weiteres Wirtschaften mit den heute üblichen Technologien das (Über-)Leben für die Menschen auf diesem Planeten erheblich bedrohen – auch ohne weiteres wirtschaftliches Wachstum und ohne ein weiteres Wachstum der Bevölkerung.

Auch unabhängig von dieser prinzipiellen langfristigen Problematik kann davon ausgegangen werden, dass die Risiken wetterbedingter Schäden zunehmen und Veränderungen des Klimas sowie die Anpassung an diese Veränderungen mit erheblichen (ökonomischen) Kosten und Risiken verbunden sein werden. Mit wachsender (ökonomischer) Relevanz der Anpassung an Veränderungen des Klimas gewinnt damit die Frage nach **entscheidungsorientierten Klimainformationen** zu diesen Veränderungen und ihren Auswirkungen an Bedeutung. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass die Vorsorge i. S. der (nationalen und internationalen) Klimaschutzpolitik es zunehmend erfordert, nach Wegen der **Entkopplung der wirtschaftlichen Wertschöpfung von fossilen Energieträgern**, d. h. nach Wegen der Steigerung der Energieeffizienz sowie des Anteils erneuerbarer Energien, zu suchen. Damit wächst auch die Notwendigkeit, Möglichkeiten zu prüfen, den Prozess der Generierung, Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zu beschleunigen und die Kosten und Risiken einer solchen Beschleunigung angemessen zu verteilen, zu finanzieren, aber auch zu reduzieren.

Offen ist, ob und inwieweit sich die zentralen (systemrelevanten) Funktionen der effizienten Allokation von Kapital sowie der Unterstützung der Wachstumsdynamik auch für die Bewältigung dieser ökonomischen, sozialen und technologischen Herausforderungen von Klimawandel und Klimaschutz nutzen und aktivieren lassen. Die Klärung dieser Fragen ist im öffentlichen wie auch privatwirtschaftlichen Interesse. Sie dient der Optimierung der Politik, des privatwirtschaftlichen Verhaltens und damit auch der Interaktion zwischen Politik und Privatsektor. Dabei geht es um den effizienten Einsatz (privater und öffentlicher) ökonomischer Ressourcen und damit auch um die ökonomische Wohlfahrt.

Das Projekt „Climate Change, Financial Markets and Innovation“ (CFI) zielt daher insbesondere auf die Klärung der **Möglichkeiten und Grenzen des Finanzsektors** (Kreditinstitute, Versicherer, Investoren) ab, Beiträge zu einer

- Verbesserung der Klimainformation für eine effiziente und effektive Anpassung an den Klimawandel bzw. ein optimiertes Risikomanagement (a) und

- Beschleunigung der Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zum Klimaschutz (b)

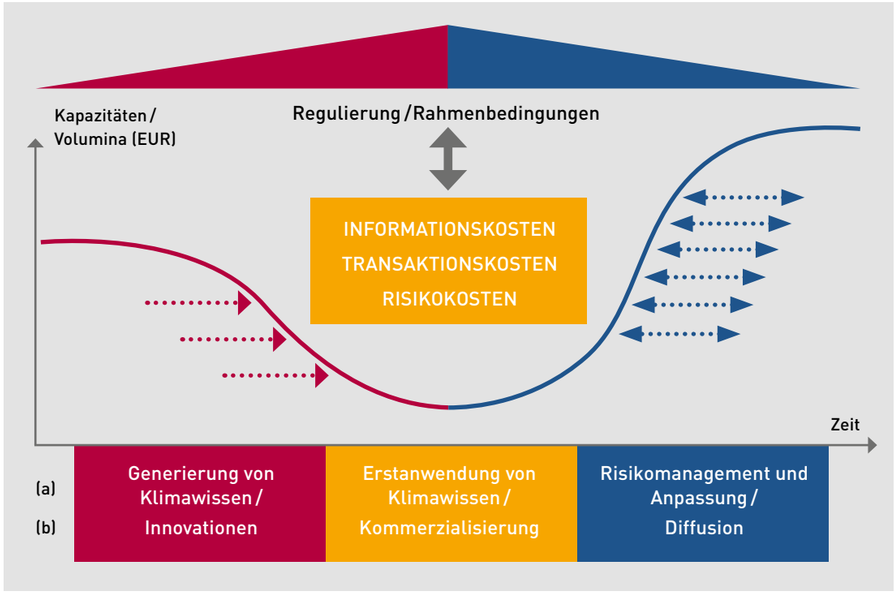
zu leisten. Dies geschieht mit dem Ziel, die Grundlagen der Reflexion der Akteure des Finanzsektors selbst wie auch ihrer (wirtschaftlichen) Stakeholder und der Politik zu verbessern und den Dialog zwischen wohlfahrtsökonomischer Perspektive und Finanzierungsperspektive zu unterstützen. Darüber hinaus wurden auf Basis der Analysen exemplarisch auch handlungs-

orientierte Konzepte erarbeitet. Mit Blick auf die beiden oben genannten Fragestellungen stellen sich die Ausgangspunkte wie folgt dar:

(a) Verbesserung der Klimainformation
Die Frage der Widerstandsfähigkeit (Resilience) von natürlichen und sozioökonomischen Systemen in unterschiedlichen Regionen gewinnt mit der **Veränderung des Klimas** zunehmend an Bedeutung. Dementsprechend besteht ein politisches und ökonomisches (öffentliches wie auch privates) Interesse, die Möglichkeiten der Kalkulation der mit diesen Veränderungen einhergehenden Kosten und Risiken sowie die Möglichkeiten zur Konzeption und Umsetzung effizienter Anpassungsmaßnahmen durch entsprechende Informationen und Services zu verbessern. Der 4. Sachstandsbericht des Weltklimarats (IPCC) aus dem Jahr 2007 betont zwar die ökonomische Relevanz von Widerstandsfähigkeit und Anpassung, jedoch verzichtet er auf eine explizite Problematisierung der Informationsthematik. Es bestehen allerdings erhebliche Unsicherheiten bzgl. der Prognose der konkreten (regionalen) Veränderungen und der entsprechenden Folgen für Regionen und unterschiedliche Sektoren. Diese Unsicherheit erschwert das privatwirtschaftliche und das öffentliche **Risikomanagement bzw. die Anpassung**. Der Staat bzw. die Staatengemeinschaft fördert daher in erheblichem Umfang die Generierung von Klimawissen: nicht nur die Grundlagenforschung bzgl. der Modellierung des Klimas und seiner Veränderungen, sondern auch die angewandte Forschung bzgl. der Auswirkungen des Klimawandels auf Regionen und Sektoren. Zwischen dieser Phase der Generierung des Wissens (Phase 1) und der konkreten Umsetzung der Informationen im Rahmen des Risikomanagements bzw. der Anpassung (Phase 3) liegt eine kritische Phase der Service-Entwicklung, des wechselseitigen Abgleichs von Bedarfen und Angeboten und der Optimierung des Kundennutzens (Phase 2) (vgl. Abb. 1). Diese Phase hat Merkmale, die in etwa der Phase der „Kommerzialisierung“ innerhalb des Innovationslebenszyklus entsprechen, auch wenn es im Fall von Klimainformationen häufig zu einer unentgeltlichen Nutzung kommt. Angesichts der erwarteten zunehmenden Risiken und Kosten der Anpassung besteht die Notwendigkeit, die Entwicklung und die Nutzung solcher Services zu beschleunigen, um in den kommenden Jahren das Risikomanagement zu verbessern und eine möglichst effiziente und effektive Anpassung zu gewährleisten. Aus informationsökonomischer Sicht geht es also darum, Informations-, Transaktions- und Risikokosten offenzulegen, die der schnellen Umsetzung von Wissen in Services und der Anwendung des Wissens im Wege stehen, und nach Möglichkeiten zu suchen, diese Kosten zu reduzieren. Dabei ist u. a. zu fragen, wieweit die öffentliche Hand selbst über die Forschung hinaus auch die Entwicklung der Services finanzieren kann, aber auch, was die Nutzer selbst zu einer beschleunigten bzw. frühzeitigen Anwendung beitragen können. Aus ökonomischer Sicht liegt es nahe, diese Fragen an Finanzdienstleister heranzutragen, da sie aufgrund ihrer Funktionen eine regionen- und sektorenübergreifende Perspektive haben und in unterschiedlicher Weise von diesen Risiken betroffen sind.

(b) Beschleunigung der Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zum Klimaschutz
Es ist eine (weltweite) Entkopplung der wirtschaftlichen Wertschöpfung von fossilen Energieträgern („Energiewende“) sowie von weiteren (wirtschaftlichen) Aktivitäten, die die Stabilität der Ökosysteme (und damit die Widerstandsfähigkeit bzw. Resilience der Wirtschaft) insgesamt gefährden, (schnellstmöglich) erforderlich, bei gleichzeitiger Sicherung weiteren wirtschaftlichen Wachstums: Diese Politik der **Verknüpfung von Entkopplungs- und Wachstumsstrategien** entspricht dem politischen Willen, den (materiellen) Lebensstandard der Menschen durch weiteres wirtschaftliches Wachstum zu steigern, und berücksichtigt, dass die gegebene Funktionslogik der (Finanz-)Märkte weltweit weiteres (reales und monetäres) Wirtschaftswachstum voraussetzt. Weiteres Wirtschaftswachstum ist unter der o. g. Voraussetzung aber langfristig

Abbildung 1: (a) Phasen der Generierung und Nutzung von Klimawissen
(b) Phasen des Innovationslebenszyklus (eigene Darstellung)



nur dann sinnvoll, wenn zugleich eine deutliche Reduzierung der Belastung der Klima- und Ökosysteme gelingt. Die beschlossenen Ziele, Strategien und Maßnahmen sind daher Ausdruck von Konzepten eines **„grünen Wachstums“**: Auf nationaler Ebene gehörte dazu in der Startphase des CFI-Projekts bspw. das Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) mit Beschluss vom 23. August 2007, auch bekannt unter dem Namen „Meseberger Beschlüsse“, oder auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG); später traten hinzu das sogenannte „Zwei-Grad-Ziel“ – formal erstmals beschlossen im Juli 2009 durch die G8 – sowie u. a. die „Klima-Roadmap 2050“ mit Veröffentlichung durch die EU-Kommission im März 2011.

Die zügige Realisierung eines wirtschaftlichen Entwicklungspfads oder Transformationsprozesses der Entkopplung verursacht allerdings kurz- und mittelfristig **Kosten**. Damit besteht die Herausforderung, die öffentlichen wie auch die privaten Kosten einer Umwandlung der Wertschöpfungsprozesse möglichst gering zu halten und die Kosten und auch die Gewinne möglichst gerecht zu verteilen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Internationalisierung der Märkte es erschwert, nationale oder regionale Klimaschutz-Strategien ohne international verpflichtende Rahmenbedingungen umzusetzen. Eine Klärung der Frage, wie eine Entkopplung der wirtschaftlichen Wertschöpfung von fossilen Energieträgern möglich bzw. ein weiteres weltweites wirtschaftliches Wachstum und ein effektiver Klimaschutz miteinander vereinbar sind, macht es daher u. a. erforderlich, zu prüfen, welche **Innovationen** in den kommenden Jahren und Jahrzehnten zur Verfügung stehen werden oder durch weitere Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen vorangetrieben werden könnten und sollten. Mit Blick auf den Zeithorizont sind dabei drei Phasen des **Innovationslebenszyklus** zu unterscheiden (vgl. Abb. 1): Erstens geht es darum, die breite Anwendung bzw. Diffusion bereits marktreifer innovativer Materialien, Produkte und Infrastrukturen zu beschleunigen (Phase 3; Diffusion). Zweitens geht es aber auch darum, beschleunigt weitere Innovationen zu kommerzialisieren, die bereits

eine hinreichende technische Reife haben, die dies ermöglicht (Phase 2; Kommerzialisierung). Und drittens geht es dabei darum, weitere Innovationen zu generieren, d. h. überhaupt erst zur technischen Reife zu bringen bzw. ihre technologischen Grundlagen zu verbessern (Phase 1; Generierung / Grundlagenforschung und angewandte Forschung (Prototypen, Demonstrations- und Pilotanlagen etc.)). Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit einer Beschleunigung des Innovationsprozesses gilt es, Szenarien und Roadmaps zu entwickeln, die erforderlichen technischen und wirtschaftlichen Analysen voranzutreiben und spezifische Maßnahmen zu konzipieren, die insgesamt in den kommenden Jahren und Jahrzehnten eine effizientere Nutzung von (fossilen) Energieträgern und weiteren Ressourcen erlauben und eine schrittweise Substitution fossiler Energieträger ermöglichen. Dazu gehört auch, Analysen zu öffentlichen und privatwirtschaftlichen Kosten, Risiken und auch Chancen bzw. Gewinnen alternativer Entwicklungs- und Regulierungspfade durchzuführen und damit die privatwirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Akteure bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Von zentraler Bedeutung ist dann die Frage, ob bzw. zu welchen Bedingungen privates Kapital (Eigen- und Fremdkapital) für die erforderlichen Investitionen in den verschiedenen Phasen der Generierung, Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zur Verfügung steht bzw. stehen könnte. Diese Bedingungen werden neben realwirtschaftlichen, gesellschaftlichen und technischen Faktoren auch von finanzwirtschaftlichen Faktoren geprägt. Dementsprechend wirkte sich die Veränderung der (finanz-)wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Jahr 2008 auf die im Rahmen des CFI-Projekts behandelten Fragestellungen aus. Eine Analyse der Wechselwirkungen zwischen diesen Rahmenbedingungen und der Finanzierung von Innovationen kann helfen, Hemmnisse, die einer schnelleren Kommerzialisierung und Diffusion im Wege stehen, zu identifizieren und abzubauen oder auch neue Strukturen, Geschäftsmodelle etc. zu schaffen.

Solche Hemmnisse einer Beschleunigung können nicht zuletzt durch Informations-, Transaktions- und Risikokosten bedingt sein, die sich auch unabhängig von einer Veränderung der nationalen und internationalen Regulierung bearbeiten lassen. Eine Veränderung der globalen Rahmenbedingungen i. S. eines international verbindlichen Vertragswerks zum Klimaschutz, wie sie zu Beginn des Projekts 2008 den (politischen) Ziel- und Erwartungshorizont prägte, scheint auf absehbare Zeit unrealistisch.

Für die **politischen Entscheidungen** ist es wichtig, die Marktfriktionen und die damit verbundenen Kosten zu kennen, die einer effizienten wie auch einer effektiven Weiterentwicklung von Klimainformations-Services und einer schnellen Kommerzialisierung von Innovationen entgegenstehen. In beiden Handlungsfeldern ist die öffentliche Hand mit erheblichen Budgets engagiert, um (a) mittels Klimaforschung Wissen zu generieren, das für die Klimainformations-Services zur Verbesserung des Risikomanagements genutzt werden kann, und (b) Innovationen zu generieren und zu verbreiten, die dem Klimaschutz dienen können. Auch deshalb ist es im öffentlichen Interesse, in Kenntnis der jeweils folgenden zweiten Phase (der Nutzung bzw. Kommerzialisierung) oder auch der folgenden Phase die eigenen Entscheidungen zu optimieren. Ein wichtiges Merkmal der **wirtschaftswissenschaftlichen Forschung** und Begleitung ist es dabei, Forschungsdesigns anzubieten bzw. umzusetzen, die es erlauben, die wohlfahrtsökonomischen und die privatwirtschaftlichen Perspektiven zu differenzieren. Eine solche Offenlegung der privatwirtschaftlichen Perspektive der Finanzierung (und Versicherung), wie sie im CFI-Projekt erfolgt, ersetzt nicht die wohlfahrtsökonomische Perspektive, vielmehr unterstützt sie diese.

3 BEDARF AN KLIMAINFORMATIONEN

3.1 Ziele

Die unmittelbare Zielsetzung des Projekts „Climate Change, Financial Markets and Innovation“ (CFI) bestand zunächst darin, die Informationsbedarfe der Finanzdienstleister zu identifizieren und damit ihre Rolle als (potenzielle) Nutzer von Informations-Services zu untersuchen. Als erweiterte Zielsetzung wurde die Rolle der Finanzdienstleister als Informations-Intermediäre und Partner in der Informations-Wertschöpfungskette sowie als Partner und Berater bei der Initiierung und Entwicklung entsprechender Services – im Dienst des Managements von Klimarisiken und der Anpassung an den Klimawandel auch über den Finanzsektor hinaus – untersucht. Des Weiteren ging es um die Charakterisierung des Themas Klimainformations-Services als ökonomische und institutionelle Herausforderung.

Der wirtschaftswissenschaftliche Horizont der Fragestellungen ergibt sich zunächst insbesondere aus der Problematik der Zuordnung von Klimainformationen als öffentliches oder privates Gut, der Bestimmung des ökonomischen Werts der Klimainformationen sowie des Abgleichs von Angebot und Nachfrage. Adressaten dieser Arbeiten sind die Finanzdienstleister selbst, ihre Kunden, die Politik, die Anbieter von Klimainformations-Services, die Wirtschaftswissenschaften sowie weitere Geistes- und Naturwissenschaften.

3.2 Theoretischer Bezugsrahmen und Methodik

Typischerweise handelt es sich bei Klimainformationen um einen Gegenstand oder ein Resultat naturwissenschaftlicher oder technischer Forschung und weniger um einen Gegenstand ökonomischer Forschung. Der wirtschaftswissenschaftliche Horizont der Fragestellungen ergibt sich insbesondere aus der Problematik der Zuordnung von **Klimainformationen als öffentliches oder privates Gut**, der Bestimmung des ökonomischen Werts der Klimainformationen sowie des Abgleichs von Angebot und Nachfrage. Diese drei ökonomischen Aspekte lassen vermuten, dass der Finanzsektor eine relevante Rolle bei der Bearbeitung dieser Fragen spielen könnte. Sie sollen im Folgenden kurz reflektiert werden.

Als eines der wohl bedeutendsten wirtschaftlich relevanten öffentlichen Güter der natürlichen Umwelt kann das **Klima** angesehen werden – oder präziser: die klimatischen Bedingungen des Wirtschaftens im weitesten Sinne des Wortes. Veränderungen dieser klimatischen Bedingungen können die wirtschaftlichen Wertschöpfungsprozesse erheblich beeinflussen und erfordern ein entsprechendes Risikomanagement der betroffenen Akteure sowie die öffentliche und privatwirtschaftliche Planung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Voraussetzung dafür ist die angemessene Prognose der Veränderungen und der entsprechenden Risiken, ergo entsprechende Klimainformations-Services. Mit der Zunahme des Anpassungsbedarfs und der Investitionen in die Entwicklung von Klima-Services werden sich zunehmend auch ökonomische Fragen ergeben, die darauf zielen, Effizienz und Effektivität der entsprechenden Mittelverwendung zu unterstützen. Trotz der hohen wirtschaftlichen Bedeutung von Klimainformationen gibt es bisher allerdings verhältnismäßig wenig explizite ökonomische Forschung zu diesem Thema (Ludolph & von Flotow 2013).

Die erste zentrale ökonomische Frage, die sich bzgl. Klimainformationen stellt, ist die Frage der Verantwortung für die Generierung entsprechender Angebote. Während die reine Klimaforschung den Charakter eines öffentlichen Guts hat, ist dies im Fall anwendungsorientierter Klimainformationen nicht so offensichtlich. Ganz generell können einige Charakteristika von Klimainformationen dazu führen, dass Marktversagen droht und die öffentliche Hand unterstützend und gestaltend gefordert ist. Dazu zählen insbesondere:

- die mangelnden Möglichkeiten der Qualitätsprüfung einer Information im Vorfeld ihres Erwerbs (Eigenschaft von „Erfahrungs-“ und „Vertrauensgütern“),
- die zumindest teilweise vorhandenen Eigenschaften eines öffentlichen Guts („Nichtrivalität“ und „Nichtausschließbarkeit“) sowie
- die oft hohen Fixkosten der Informationserstellung bei gleichzeitig geringen variablen Kosten, die für die spätere Vervielfältigung notwendig sind („Fixkostendominanz“).

Je anwendungsnäher entsprechende Klimainformations-Services allerdings sind, desto stärker können sie (auch) Eigenschaften privater Güter aufweisen, sodass teilweise auch eine marktwirtschaftlich organisierte Produktion und Distribution solcher Güter möglich ist. Die Frage nach dem öffentlichen und privatwirtschaftlichen Charakter anwendungsorientierter Klima-Services stellt sich dabei keineswegs nur für diese Services im Sinne von „Endprodukten“ allein, sondern vielmehr für alle wertschöpfenden Produktionsstufen, auf die sie aufbauen. Freebairn und Zillman (2002) unterscheiden daher insbesondere die drei Stufen „grundlegende Infrastruktur, Daten und Produkte“, „grundlegende Services“ und „Spezialservices“ – mit tendenziell zunehmendem privatwirtschaftlichen Charakter.

Eine zweite wesentliche wirtschaftswissenschaftliche Frage im Themenfeld „Klimainformationen und Klima-Services“ zielt auf die Bestimmung ihres **ökonomischen Werts**. Die Bestimmung des Werts der Informationen kann helfen, die (öffentlichen) Kosten der Generierung zu begründen oder auch die Zahlungsbereitschaft der Nutzer zu sondieren. Der Großteil der verfügbaren Forschungsbeiträge zu Klimainformationen, die ökonomische Methoden im engeren Sinne verwenden, richtet sich auf diese Fragestellung. Die Mehrheit dieser Untersuchungen nutzt dementsprechend eine (zumeist eher rudimentäre) ökonomische Modellierung von Entscheidungsprozessen. Während deskriptive Modelle versuchen, reale Entscheidungsvorgänge eines Akteurs nachzuvollziehen und abzubilden, folgen präskriptive Modelle normativen Annahmen und identifizieren auf deren Basis optimale Entscheidungen ex ante (Stewart 1997). Die Bewertung des Nutzens einer Klimainformation ergibt sich in beiden Fällen aus der Differenz des (quantitativ formulierten) Entscheidungsresultats bei (a) Verwendung der Information und (b) Nichtverwendung der Information (Meza *et al.* 2008; Stewart 1997). Forschungsbeiträge, die hingegen keine solchen Modellierungsvorgänge nutzen, sondern ihre Bewertung (marktnäher) an der Offenlegung von Nutzerpräferenzen und Zahlungsbereitschaften ansetzen, stellen den deutlich selteneren Fall dar (Leviäkangas 2009; Ludolph & von Flotow 2013; Scott & Lemieux 2010).

Eine weitere wirtschaftswissenschaftliche Aufgabe liegt im Abgleich von Angebot und Nachfrage nutzerorientierter Klima-Services. Als (eher pragmatische) Teilaufgabe steht hier zunächst insbesondere die **Erfassung von konkreten Informationsbedarfen** unterschiedlicher Nutzergruppen im Vordergrund. Annahme ist, dass eine zielgerichtete Klimainformations-Versorgung

und – darauf basierend – eine verbesserte Berücksichtigung von Klimarisiken dem Gemeinwohl dient, indem Beiträge zur Entwicklung hin zu einer widerstandsfähigeren Gesellschaft geleistet werden. Dabei geht es nicht zuletzt darum, die **Vielfalt der (potenziellen) Informationsbedarfe** zu bewältigen, die es aufseiten der unterschiedlichen (potenziellen) Nutzer gibt, die eine Abhängigkeit von Witterungsbedingungen aufweisen und damit Anpassungsbedarf haben. Diese Vielfalt ergibt sich insbesondere aufgrund der unterschiedlichen Betroffenheit öffentlicher und privatwirtschaftlicher Akteure und ihrer jeweils spezifischen Entscheidungsmodelle. Wissenschaftliche Beiträge zur Erfassung von Informationsbedarfen stellen einen überwiegend neuen Bereich der Forschung dar (Munang *et al.* 2010; Tribbia & Moser 2008). Mit Blick auf diese Vielfalt zeigt sich, dass der Großteil der bisherigen Forschungstätigkeit bzgl. Klimainformationen in den **Sektoren** Land- und Forstwirtschaft erfolgt (Beukes *et al.* 2008; Jagtap & Chan 2000; Stigter *et al.* 2000). Aufgrund der unmittelbaren Abhängigkeit dieser Bereiche von Witterungsbedingungen besteht hier eine historisch gewachsene Nähe zu wetter- bzw. klimabezogener Forschung. Beiträge zu anderen Sektoren sind deutlich seltener und häufig eher neueren Datums (Love *et al.* 2010; Scott & Lemieux 2010). Für Sektoren wie Finanzwirtschaft, Energieversorgung und Infrastrukturen existieren allerdings kaum entsprechende Forschungsarbeiten, obwohl diesen Sektoren (angesichts teilweise sehr langer Kapitalbindungsfristen) eine hohe Bedeutung im Rahmen des Managements von Klimarisiken und der Anpassung an den Klimawandel zukommt (Ludolph & von Flotow 2013).

Methodik

Vor dem Hintergrund der volkswirtschaftlich relevanten Rolle der Finanzdienstleister, die ihnen eine sektoren- und regionenübergreifende Metaperspektive auf die Realwirtschaft erlaubt, hat das CFI-Projekt die Informationsbedarfe des Finanzsektors und den Dialog zwischen dem Finanzsektor und den Anbietern von Klimainformationen in den Mittelpunkt gestellt. Es wurde dazu eine Reihe von quantitativen und qualitativen Untersuchungen durchgeführt:

- Erfassung der Wahrnehmung des Klimawandels sowie des Bedarfs an Klimainformationen – national und international mittels Befragungen von Experten der Finanzwirtschaft: insbesondere per E-Mail versandte Fragebögen an Versicherer, Kreditinstitute, Investoren und Asset Manager, zum Teil auch Wirtschaftsprüfer, Projektfinanzierer, Research- und Rating-Agenturen, Versicherungsmakler und -berater (auf nationaler Ebene 47 und auf internationaler Ebene 60 teilnehmende Finanzdienstleister) sowie eine Reihe vertiefender semistrukturierter Telefon-Interviews (von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow *et al.* 2011);
- Erfassung der Wahrnehmung des Klimawandels sowie der Informations- und Beratungsbedarfe von Kunden der Finanzdienstleister in Deutschland mittels einer quantitativen Marktforschungsstudie: Befragung von 551 Geschäftskunden, 531 privaten Immobilienbesitzern und 509 Fondsanlegern (von Flotow 2010, 2012; von Flotow & Rodler 2013);
- Befragung (per E-Mail versandter Fragebogen) von Stadtplanern zur Erfassung der Wahrnehmung des Klimawandels, des Bedarfs an und der Verfügbarkeit von Klimainformationen sowie des Umgangs mit solchen Informationen in ihrer professionellen Planungspraxis (56 Teilnehmer) (Rodler *et al.* 2013).

Darüber hinaus wurde eine theoretische Untersuchung durchgeführt, die sich (a) der konzeptionellen Frage der informationsökonomischen Interpretation von Klima-Services widmet sowie

(b) einer Literaturanalyse zur Frage der derzeitigen Adressierung von ökonomischen Forschungsfragen rund um Klimainformationen und auf dieser Basis sowie weiteren Studien und Dialogen (c) Eckpunkte für eine ökonomische Forschungsagenda abgeleitet hat (Ludolph & von Flotow 2013). Im Rahmen einer weiteren konzeptionellen Studie hat sich das ZEW mit Wetter- und Katastrophenderivaten als finanzwirtschaftliche Instrumente der Risikoallokation auf den Kapitalmarkt befasst, die zu einem verbesserten Risikomanagement und zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können (Riedler 2013).

Wesentlicher Teil des methodischen Vorgehens waren nationale und internationale **Dialoge** mit Vertretern des Finanzsektors (Mitglieder des „Finanz-Forum: Klimawandel", der UNEP Finance Initiative und weitere Institute) und Anbietern von Klimainformations-Services zur Diskussion der Entwicklung von Konzepten für Studien, zur Diskussion von Ergebnissen, zur Präzisierung von Informationsbedarfen und Lücken sowie zur Begründung und Definition von entscheidungsorientierten Klimainformations-Systemen und konkreten Informationsformaten. Die Mitglieder des „Finanz-Forum: Klimawandel" haben auf Basis der Studien zum Teil eigene **Stellungnahmen** (von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow 2010, 2012) sowie ein Memorandum verfasst (Finanz-Forum: Klimawandel 2011).

3.3 Ergebnisse

Zunächst werden Ergebnisse zur Relevanz von „Klimakompetenz" im Sinne der Betroffenheit von wetterbedingten Risiken und der entsprechenden Informationsbedarfe der Finanzdienstleister (Kap. 3.3.1) für die Versicherungswirtschaft (Kap. 3.3.1.1), die Kreditinstitute (Kap. 3.3.1.2) und weitere Finanzdienstleister (Kap. 3.3.1.3) dargestellt. Dabei zeigt sich, dass insbesondere Versicherer aufgrund ihrer spezifischen Kompetenz einen relevanten Beitrag zur Definition der Anforderungen an Informationsleistungen und auch zu ihrer Umsetzung leisten (können) sowie auch bei der Verbreitung des Wissens um wetterbedingte Risiken eine besondere Rolle als Informations-Intermediäre spielen. In einem zweiten Schritt werden ökonomische und institutionelle Herausforderungen dargestellt (Kap. 3.3.2) und sodann Schlussfolgerungen (Kap. 3.4) abgeleitet.

3.3.1 „Klimakompetenz" der Finanzdienstleister: Betroffenheit und Informationsbedarfe

Die Ergebnisse der nationalen und der internationalen Erhebung der Wahrnehmung wetterbedingter **Risiken** seitens der Finanzdienstleister zeigen, dass sowohl Versicherungsunternehmen als auch Kreditinstitute bereits heute sich verändernde Risikomuster sowie eine Zunahme kumulierter Risiken registrieren. Aufseiten der Versicherer steht dabei bereits heute die Zunahme wetterbedingter Schäden im Fokus der Wahrnehmung, während die Kreditinstitute derzeit in Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels nur vereinzelt Kreditausfälle beobachten können; im Rahmen des nachhaltigkeitsorientierten Risikomanagements beobachten sie eher Reputationsrisiken. Einigkeit besteht unter den Befragten aus den unterschiedlichen finanzwirtschaftlichen Geschäftsfeldern aber insbesondere in der Annahme, dass die heute bereits wahrgenommenen Auswirkungen des Klimawandels in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen werden. Auch die (heute noch wenig betroffenen) Kreditinstitute erwarten, dass die Zunahme der wetter- bzw. klimabedingten Schäden in Zukunft auch für ihre eigenen Geschäfte relevanter werden wird (von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow *et al.* 2011).

> Unter dem Oberbegriff „Klimainformationen" wird eine große Bandbreite unterschiedlicher Inhalte und Formate zeitlicher und geografischer Ausrichtung und Auflösung verstanden. Dies schließt Informationen zur Interpretation mit ein. Darüber hinaus zählen Finanzdienstleister u. a. folgende Informationsformate dazu: Datenbanken für Best-Practice-Beispiele zur Anpassung, Datenbanken zu Extremwetterereignissen, Online-Services (FAQ), periodische Berichte zum Stand der Klimaforschung, periodische Berichte zur Betroffenheit einzelner Branchen und Unternehmen, periodische Berichte zur Betroffenheit einzelner Regionen oder auch Projektdatenbanken (z. B. für Projekte im Bereich erneuerbare Energien) (von Flotow & Cleemann 2009).

Daraus ergibt sich das hohe Interesse aller Finanzdienstleister an regional hochauflösenden **Informationen** zur Veränderung unterschiedlicher Klimaparameter sowie an Interpretationshilfen zur Bewertung ihrer Aussagekraft und Verlässlichkeit. Ebenfalls besteht Interesse an Informationen zur Auswirkung klimatischer Veränderungen in den unterschiedlichen Wirtschaftssektoren. So stellen „periodische Berichte zur Betroffenheit einzelner Branchen / Unternehmen" das aus Sicht der Finanzdienstleister besonders relevante Informationsformat dar. 21 von 25 befragten Versicherern, Kreditinstituten und Wirtschaftsprüfern in Deutschland geben an, einen Bedarf an entsprechenden Berichten zu haben. Die im Rahmen einer erweiterten Erhebung befragten 10 deutschen Versicherungsmakler und -berater sowie 6 weiteren Wirtschaftsprüfer bestätigen diesen Bedarf (16 von 16). Auch auf internationaler Ebene spiegelt sich das hohe Interesse an einem solchen Informationsformat wider (61 von 65). Neben anderen Sektoren gilt dieser Informationsbedarf unter den deutschen Finanzinstituten in besonderem Maße für die Bau- und Immobilienwirtschaft – 16 von 17 befragten Finanzdienstleistern geben an, hierzu „schlecht informiert" zu sein und / oder sie „wären gern besser informiert". Für den Bereich „Infrastruktur und Verkehr" machen 14 von 16 Befragten eine entsprechende Angabe. Auf internationaler Ebene sehen die 65 befragten Finanzinstitute (mit jeweils mehr als 70 Prozent Zustimmung) zudem besonderen Informationsbedarf für die Bereiche Chemie, Tourismus und Gesundheitswesen. Darüber hinaus sehen viele Finanzdienstleister den Bedarf an Best-Practice-Beispielen zur Berücksichtigung von Chancen und Risiken des Klimawandels in der Finanzwirtschaft: 17 von 25 Finanzdienstleistern in Deutschland sowie 60 von 65 Finanzdienstleistern auf internationaler Ebene machen eine entsprechende Angabe (von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow *et al.* 2011).

Die **spezifischen Informationsbedarfe** einzelner Finanzinstitute und der jeweiligen Kunden- und Geschäftsbereiche oder -typen ergeben sich aus einer Reihe von Faktoren: Unter anderem gehören dazu (a) die spezifische Verletzlichkeit der jeweiligen Regionen, (b) die spezifische Wetter- bzw. Klimasensitivität der jeweiligen Kunden und deren unternehmerischer Tätigkeiten, die unterschiedlichen (monetären) Risikoarten der jeweiligen Geschäftstypen und die unterschiedliche Kapitalbindungsdauer, innerhalb derer wetter- oder klimabedingte Risiken eine Rolle spielen können, und darüber hinaus (c) ihre bereits vorhandene „Klimakompetenz". Zu unterscheiden sind insbesondere:

- verschiedene Versicherungstypen (Industrieversicherung, Krankenversicherung, Lebensversicherung, Versicherungen für Land- und Forstwirtschaft etc.),
- verschiedene Typen der Investitionen von Eigenkapital und der Kreditvergabe (Gebäude, Infrastrukturen, Land- und Forstwirtschaft etc.).

Der Finanzsektor verfügt nach eigenen Angaben heute allerdings nicht in dem Maße über die erforderlichen Informationen zur Kalkulation der zukünftigen wetterbedingten Risiken, wie es aus seiner Sicht für das eigene Risikomanagement und die Begleitung der Kunden erforderlich wäre. Daher begrüßen die Finanzdienstleister den auf Initiative der Bundesregierung erfolgenden **Aufbau von Klimainformations-Services** (wie z. B. die Gründung des CSC als zentrale Servicestelle) sowie den systematischen Einbezug des Finanzsektors in diese Maßnahmen und die ökonomische Begleitforschung. Auf Basis der Abfrage der Selbsteinschätzung der Betroffenheit sowie der Informationsbedarfe der Akteure des Finanzsektors wurde mit dem „Finanz-Forum: Klimawandel“ zur Gründung des CSC im Jahr 2009 ein „Anforderungsprofil“ an Klimainformations-Services vorgelegt, das später auf Basis einer analogen Abfrage auch international mit der UNEP Finance Initiative bestätigt wurde.

Beide Seiten, die Akteure des Finanzsektors wie auch die Anbieter von Klimainformations-Services, agieren – wenn auch in unterschiedlicher Art und Weise – in der Rolle von Informations-Intermediären gegenüber ihren unterschiedlichen „Kunden“, die den wetterbedingten physischen und den damit einhergehenden wirtschaftlichen Chancen und Risiken unmittelbar ausgesetzt sind. Insbesondere die Versicherer bringen ihre „Klimakompetenz“ als Partner in die Entwicklung neuer Klimainformations-Services ein, so z. B. bei der Definition konkreter Entwicklungsbedarfe für zukünftige Klimainformations-Services zu Starkregenrisiken in Deutschland oder als Partner im Hinblick auf eine Bereitstellung ihrer Schadensdatenbanken.

3.3.1.1 Die Versicherungswirtschaft

(a) Funktionen und Betroffenheit
Die Versicherung von (wetterbedingten) Risiken gehört zum Kerngeschäft des Versicherungssektors. Die Kalkulation dieser Risiken ist für sie daher von zentraler Bedeutung. Innerhalb des Versicherungssektors besteht allerdings keine homogene Struktur bzgl. der **Betroffenheit** von wetterbedingten Schäden bzw. der Veränderungen solcher Risiken infolge des Klimawandels und der entsprechenden Kompetenz zur Beurteilung dieser variablen Risiken. Für unterschiedliche Geschäftsbereiche wie etwa Sachversicherung, Haftpflichtversicherung, Betriebsunterbrechungsversicherung, Mikroversicherung und Rückversicherung können daher jeweils andere Arten von Risiken relevant sein, unterschiedliche Wahrnehmungen für die Relevanz des Klimawandels vorherrschen und unterschiedliche Informationsbedarfe bestehen (von Flotow *et al.* 2011).

Dementsprechend ist auch die in den Häusern vorhandene **Kompetenz** für Fragen des Klimawandels sehr unterschiedlich. So verfügen einige der großen (Rück-)Versicherer über eigene Kompetenzzentren und eigene Klima- und Schadensmodelle. Andere Häuser hingegen benötigen keine eigenen Kompetenzzentren, haben aber z. B. die notwendige Kompetenz aufgebaut, um in Auftrag gegebene Gutachten begleiten und interpretieren zu können. Wieder andere, insbesondere kleinere Erstversicherer, verfügen über keine spezifische „Klimakompetenz“. Unabhängig von diesen Unterschieden verfügt die Versicherungswirtschaft als Branche auf Basis ihrer Erfahrungen allerdings über ein einzigartiges (weltweites) Wissen bzgl. der vorhandenen Klimainformations-Services sowie der Einschätzung von Schadensexpositionen und ökonomischen Risiken. Darüber hinaus verfügt die Versicherungswirtschaft (üblicherweise exklusiv) über monetäre Informationen zu (versicherten) wetterbedingten Schäden.

(b) Wahrnehmung, Erwartungen sowie Entwicklungsbedarf und -kooperation
Die Versicherer (und Rückversicherer) verzeichnen eine Zunahme von wetterbedingten Schäden, Veränderungsrisiken und Kumulrisiken. Zudem erwarten sie, dass diese zukünftig weiter steigen bzw. relevanter werden. Sie registrieren eine Nachfrage nach zusätzlichen entsprechenden **Versicherungskapazitäten** und erwarten, dass diese Nachfrage weiter zunehmen wird. Des Weiteren geben sie an, dass sie ihre Schadenbedarfsrechnungen und Rückstellungen an die veränderten Risiken anpassen (müssen). Die Anpassung bestehender Versicherungsprodukte sowie die Entwicklung neuer Produkte sind jeweils bereits im Gange und werden als wichtige Aufgaben für die Zukunft angesehen (von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow *et al.* 2011).

Die Versicherer sehen sich selbst (bzw. die von ihnen beauftragten Risikoanalyse-Firmen) allerdings nicht in der Lage, ohne weitere Unterstützung von Klimaforschungs-Institutionen sowie Serviceeinrichtungen die absehbaren Veränderungen wetterbedingter Risiken angemessen einschätzen zu können bzw. ihre Einschätzungen zu verbessern. Sie haben daher in besonderer Weise die Initiative der Bundesregierung begrüßt, Klimainformations-Services zu entwickeln und das CSC zu initiieren. Auf Basis ihrer Erfahrung in der Analyse und Bewertung von (auch wetterbedingten) Risiken sehen sie sich als relevante Partner für die **(Weiter-) Entwicklung** solcher Klimainformations-Services und haben dementsprechend im Rahmen der Definition von Anforderungen an das CSC wesentliche Forschungs- und Entwicklungsthemen definiert, deren Bearbeitung von versicherungswirtschaftlichem, zugleich aber auch breitem gesellschaftlichen Interesse ist:

- „Klimafolgenforschung zur Beurteilung der Auswirkungen von konvektiven Extremwetterereignissen auf die Schadenlast in Deutschland“;
- „Regionalisierte Bewertung und Modellierung von Ertragsausfällen im Pflanzenbau infolge klimabedingter Zunahme von extremen Wetterereignissen“;
- „Modellierung von Extremereignissen mit einer Wahrscheinlichkeit größer 1000 Jahre“;
- „Schadenverhütung, Anpassung (z. B. Raum- und Bauplanung, Entwässerung), Eruierung des Anpassungsbedarfs der Entwässerungssysteme und deren baulicher Vorschriften“.

Die beiden erstgenannten Themenfelder wurden mit einem breiten Kreis von Experten im Rahmen zweier (gemeinsam von SBI und CSC mit großer Unterstützung durch den GDV durchgeführten) Workshops und darauf aufbauenden Dialogprozessen bearbeitet.

Workshop „Klimafolgenforschung zur Beurteilung der Auswirkungen von konvektiven Extremwetterereignissen auf die Schadenlast in Deutschland“

Hamburg, Januar 2010

Teilnehmer: AXA Versicherung, Bergische Universität Wuppertal / Lehr- und Forschungsgebiet Wasserwirtschaft und Wasserbau, Climate Service Center (CSC), Deutsche Rückversicherung / Geo-Risikobewertung, Deutscher Wetterdienst (DWD) / Abteilung Hydrometeorologie, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) / Institut für Physik der Atmosphäre, European Severe Storms Laboratory DLR-IPA, Freie Universität Berlin / Meteorologisches Institut, Geomer, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), HKC HochwasserKompetenzCentrum, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Munich Re, Universität Hannover/ Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität Karlsruhe / Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Wegener Center for Climate and Global Change/ Universität Graz.

Workshop „Regionalisierte Bewertung und Modellierung von Ertragsausfällen im Pflanzenbau infolge klimabedingter Zunahme extremer Wetterereignisse“

Hamburg, April 2010

Teilnehmer: BTU Cottbus / Lehrstuhl für Umweltmeteorologie, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Ref. 411, Climate Service Center (CSC), Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), GKSS Forschungszentrum, Humboldt Universität zu Berlin (HUB) / Institut für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus, Julius Kühn-Institut (JKI PB) / Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde (PB), Julius Kühn-Institut (JKI SF) / Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz (SF), Landvolk Niedersachsen, Landvolkdienste GmbH, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Munich Re, Münchener und Magdeburger Agrarversicherung AG, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Projektträger im DLR, Vereinigte Hagelversicherung VVaG, Versicherungskammer Bayern, VGH Versicherungen.

Die Workshops haben gezeigt, dass jeweils eine Reihe von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben mit diesen Themenfeldern verbunden sind, die über die nutzergerechte Übersetzung und Distribution vorhandenen Wissens hinausweisen: Berechnung von Schadensfunktion(en), Ableitung entsprechender Zonierungen, u. a. mit dem übergeordneten Ziel, beispielsweise Maßnahmen des Risikomanagements und der Anpassung ableiten zu können.

Im Rahmen des Workshops zu konvektiven Extremwetterereignissen wurden insbesondere die folgenden Punkte als wesentliche Aufgaben von allgemeinem Interesse identifiziert (Brasseur & von Flotow 2010):

- Entwicklung von flächendeckenden, standardisierten, kontinuierlich fortgeführten, regional hochaufgelösten Daten(-banken) bzgl. Extremwetterereignissen sowie weitere orts- und objektbezogene Risikoinformationen und entsprechende Szenarien – insbesondere für Zeithorizonte über die nächsten 10 bis 30 Jahre;
- Zusammenführung von Erkenntnissen regionaler Klimaforschung, Wirk- und Schadensmodellen für spezifische Fragestellungen von Regionen und Branchen und Entwicklung von branchen- und zugleich regionenspezifischen Informationssystemen;
- neutrale Interpretation von Daten und wissenschaftlichen Ergebnissen im Hinblick auf Aussagekraft und verbleibende Unsicherheiten;
- Verfügbarkeit sektoral und regional differenzierter Informationen zu Kosten und Nutzen von Anpassungsoptionen;
- Weiterentwicklung von Risikomanagement- und Notfallkonzepten, wirksame Kommunikation über Risiken und Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen, fachliche und methodische Service- und Beratungsangebote und Entwicklung von neuen Formen der Kooperation von öffentlichen und privaten Partnern zur Generierung entscheidungsorientierter Informationssysteme zur Wahrnehmung der Risiken sowie bzgl. der Anpassungsstrategien.

Für den Bereich des Pflanzenbaus werden zudem insbesondere die folgenden Forschungsaufgaben als besonders bedeutend angesehen, um angesichts des Klimawandels ein funktionierendes Risikomanagement auch in Zukunft sicherzustellen:

- Erforschung und Katalogisierung der Bedingungen für standortgerechten Anbau in allen bekannten Pflanzenanbausystemen;
- Erforschung und Quantifizierung der ertragswirksamen Interaktion der verschiedenen Anbautechnik-Maßnahmen in Abhängigkeit von Klima, Wetter und Boden;
- Abschätzung des technischen Entwicklungspotenzials für die weitere Mechanisierung des Pflanzenbaus unter betriebswirtschaftlichen, organisatorischen und technologischen Gesichtspunkten;
- Erforschung von Methoden zur Steigerung der Effizienz von Bewässerungssystemen;
- Forschung zur Identifikation benötigter Sorteneigenschaften in Bezug auf die veränderten Umweltbedingungen durch den Klimawandel.

Im Rahmen beider Workshops wurden zudem große Defizite bzgl. der Verfügbarkeit von **Daten (-banken)** für unterschiedliche Aufzeichnungen – als essenzieller Ausgangspunkt solcher Forschungsaufgaben – deutlich. Diese Probleme beruhen teilweise auf dem Umstand, dass Eigentumsrechte an Datenbanken sehr unterschiedlich verteilt sind: Datenbanken der meteorologischen Forschung zu Extremwetterereignissen sind teils öffentlich, teils eingeschränkt verfügbar, und teilweise befinden sie sich in privatem Besitz. Aufzeichnungen über Schäden in landwirtschaftlichen Betrieben infolge von Extremwetterereignissen liegen in einigen Fällen einzelnen Versicherungsunternehmen vor; teilweise werden sie beim GDV für statistische Zwecke zusammengetragen. Darüber hinaus zeigt sich, dass eine Vielzahl von projektbezogenen Datensammlungen existiert – mit teils jedoch sehr unterschiedlichem Fokus der beobachteten Ereignisse, unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Horizonten wie auch unterschiedlicher Qualität in der Datenerfassung. Der identifizierte Handlungsbedarf zur Verbesserung der Datenlage richtet sich daher insbesondere auf die Erweiterung, Standardisierung, kontinuierliche Pflege und Vernetzung von verschiedenen Datenbanken.

Insbesondere wurde auf Basis dieser Workshops in Kooperation von GDV und CSC die **Machbarkeit** einer Modellierung des Zusammenhangs zwischen konvektiven Starkregenereignissen und Versicherungsschäden an Wohngebäuden geprüft. Der GDV hat dafür seine exklusiven empirischen Daten zu den in Deutschland durch Ereignisse entstandenen Schäden zur Verfügung gestellt (CSC 2012).

Die potenziell wertvolle Rolle der Versicherungswirtschaft als Partner für die Informationsentwicklung und -verbreitung wird auch durch weitere Arbeiten im Rahmen des CFI-Projekts bestätigt. So hat die deutsche Versicherungswirtschaft (basierend auch auf Vorarbeiten im Rahmen des CFI-Projekts) zur **Entwicklung von Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel** (DAS) beigetragen – der nationalen Anpassungsstrategie unter Federführung des BMU (2009). Eine vom Umweltbundesamt beauftragte Studie in Zusammenarbeit mit dem GDV definiert einige versicherungswirtschaftliche Indikatoren. Die Indikatoren „Einschätzung des Versicherungsschutzes" (Impact-Indikator) und „Interesse von Unternehmen an Versicherungsberatungen" (Response-Indikator) basieren auf der im Rahmen des CFI-Projekts durchgeführten Kundenbefragung (Umweltbundesamt 2011).

(c) Versicherer als Informations-Intermediäre

Die Versicherungswirtschaft ist nicht nur Partner der Entwicklung und (potenzieller) Kunde von Klimainformations-Services, sondern sie ist auch relevanter Partner in der Informations-Wertschöpfungskette. Im Rahmen einer Reihe von Studien wurden daher die entsprechenden Erwartungen der Kunden untersucht.

Geschäftskunden sowie auch private Immobilienbesitzer haben höhere Erwartungen an Versicherer im Hinblick auf die Wahrnehmung ihrer Rolle als Informations-Intermediäre für Risiken des Klimawandels, als dies vermutet wurde. So gaben im Rahmen einer Befragung unter Geschäftskunden 44 Prozent der Befragten an, Interesse daran zu haben, dass Finanzdienstleister Informationen über Klimarisiken bereitstellen. Ein mit 46 Prozent vergleichbarer Anteil der Befragten hat darüber hinaus Interesse an konkreter Beratung über Versicherungen zum Schutz vor den Risiken des Klimawandels. 13 Prozent der Befragten bestätigen ein hohes Interesse, 33 Prozent ein mittleres Interesse, die Hälfte der Befragten hat daran kein Interesse. Zwei Drittel (63 Prozent) der befragten Geschäftskunden geben jedoch an, noch nie von Versicherungsberatern auf Risiken und Versicherungsbedarfe bzgl. des Klimawandels hingewiesen worden zu sein (von Flotow 2012).

Im Kontext einer analogen Befragung unter **privaten Immobilienbesitzern** äußern 36 Prozent, ein Interesse an genereller Beratung zu „Klimaschutz und Anpassung" durch ihre Versicherer zu haben (10 Prozent „voll und ganz", bei weiteren 26 Prozent besteht ein Interesse). Zugleich geben nur 36 Prozent der Befragten an, bereits von ihrem Versicherer dahingehend beraten worden zu sein. Der Anteil derjenigen, die noch nie – weder von Banken und Sparkassen noch von Versicherern – auf diese Thematiken angesprochen wurden, beträgt 54 Prozent. Die Ergebnisse derselben Studie zeigen aber auch, dass nur 17 Prozent der befragten Immobilienbesitzer ihren Versicherern entsprechende Kompetenz zutrauen (von Flotow & Rodler 2013).

Die Geschäftskunden wie auch die privaten Immobilienbesitzer wurden zudem gebeten, ihre (derzeitige und zukünftige) Betroffenheit von Folgen des Klimawandels sowie (im Falle der Immobilienbesitzer) ihren bestehenden Versicherungsschutz vor entsprechenden Risiken einzuschätzen. Mit Bezug auf die Ergebnisse dieser Befragung halten die Versicherer beide Kundengruppen für zu wenig informiert: Die spezifische eigene Exponiertheit gegenüber Klimarisiken

wird von den Geschäftskunden nach Einschätzung der Versicherer deutlich unterschätzt, und die Antworten der Immobilienbesitzer offenbaren große Lücken bzgl. ihrer Kenntnisse über den Versicherungsschutz ihrer Immobilien.

Auch **Stadtplaner** – eine Berufsgruppe, für die die Berücksichtigung von Aspekten des Klimawandels bei der Planung langfristiger Infrastrukturen, städtischer Flächennutzungen und Entwicklungskonzepte besondere Relevanz hat – haben im Rahmen einer Befragung mit großer Mehrheit (80 Prozent) Interesse an Informationen von Versicherern bzgl. Schadensrisiken und der Versicherbarkeit von Objekten in ihrem Planungsgebiet signalisiert. Gleichzeitig gilt, dass entsprechende Informationen bisher nur in den seltensten Fällen aktiv nachgefragt werden. Allerdings geben nur 5 Prozent der Befragten an, sich aktiv bei Versicherungsunternehmen über Schadensrisiken und die Versicherbarkeit von Objekten in ihrem Planungsgebiet zu informieren. Auch hier scheint dementsprechend noch erhebliches ungenutztes Potenzial zu existieren (Rodler *et al.* 2013).

Aus der Perspektive der Versicherer haben diese Studien gezeigt, dass ein eindeutiger **Aufklärungs-, Kommunikations- und Beratungsbedarf** gegenüber den Kunden und Partnern (auch anderen Finanzdienstleistern) und der Öffentlichkeit sowie den zuständigen öffentlichen Stellen vorhanden ist. Zudem zeigen die Studien **Potenziale für Synergien** zwischen Informations-Services für verschiedene Kundengruppen (etwa Versicherern und Stadtplanern).

3.3.1.2 Die Kreditwirtschaft

(a) Funktionen und Betroffenheit

Wetterbedingte Risiken (infolge des Klimawandels) spielen im Rahmen der Prüfung der Kapitaldienstfähigkeit (in Deutschland, aber auch in den meisten Regionen international) bisher keine – oder nur eine sehr untergeordnete – Rolle gegenüber anderen Risiken des Kreditportfolios (von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow *et al.* 2011). Entsprechend sehen sich die befragten Kreditinstitute heute deutlich weniger von Risiken des Klimawandels betroffen, als dies bei den Versicherern der Fall ist. Im Rahmen der internationalen Befragung gaben allerdings immerhin knapp die Hälfte der teilnehmenden Kreditinstitute an, bereits einen Einfluss **wetter- bzw. klimabedingter Risiken** bzw. eine Änderung dieser Risiken im Rahmen des Klimawandels auf ihre Kreditgeschäfte zu registrieren (von Flotow *et al.* 2011).

Bisher erfolgt in der Regel keine zentrale Erfassung von **Kreditausfällen** infolge wetterbedingter Schäden. Dementsprechend werden bisher keine systematischen, zentralen Analysen zu Kreditausfällen infolge wetterbedingter Schäden durchgeführt. Die Kreditinstitute verlassen sich weitgehend auf die Versicherung der Risiken durch ihre Kunden. Im Rahmen der Kreditwürdigkeitsprüfung wird daher bisher nur zum Teil der Versicherungsstatus von Risiken infolge von Extremwetterereignissen und weiteren Folgen des Klimawandels geprüft (Insurance Diligence). Solche Fragen sind in der Regel nicht systematischer Teil der Kreditprüfung aller Kredite. Für die systematische Berücksichtigung entsprechender Risiken im Rahmen des Kredit-Ratings wird in den meisten Instituten derzeit (noch) kein Anlass gesehen. Ausnahmen bilden u. a. klimasensible Projekte und Infrastrukturen in Abhängigkeit von der Region und ihrer Größenordnung. Für die Zukunft wird es aber teilweise als erforderlich angesehen, auch die Frage der systematischen Berücksichtigung im Rahmen des Kredit-Ratings erneut zu prüfen (von Flotow & Cleemann 2009).

(b) Wahrnehmung, Erwartungen und Entwicklungsbedarf
Wetterbedingte Risiken spielen im Kreditgeschäft bislang in der Regel zwar keine große Rolle, die Kreditinstitute erwarten jedoch, dass die Veränderung und Zunahme dieser Risiken zukünftig auch für das Kreditgeschäft relevanter wird. Im Kontext der internationalen Erhebung bestätigen rund 80 Prozent der befragten Institute diese Einschätzung. Sie gehen insbesondere davon aus, dass ihr Geschäft in der Zukunft von vermehrten wetterbedingten Schäden, Veränderungs-, Kumul- und Reputationsrisiken beeinflusst wird. Damit wird dieser Aspekt insbesondere für die Prüfung des Versicherungsschutzes im Rahmen der Kreditprüfung relevanter. Insgesamt sehen es die Kreditinstitute daher als erforderlich an, ihre eigene „Klimakompetenz“ zu stärken. Insbesondere wird seitens der Kreditinstitute mehrheitlich der Bedarf einer (zukünftigen) Weiterentwicklung der Kreditprüfung gesehen – in Deutschland, aber auch im Hinblick auf andere Weltregionen (von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow *et al.* 2011).

Kreditinstitute beginnen daher zu prüfen, wie entsprechende Risikoinformationen (und weitere Informationen) in der Beratung von Kunden und für das eigene Risikomanagement sowie der Kreditprüfung (besser) genutzt werden können. Die Möglichkeiten der (zukünftigen) sinnvollen und effektiven Integration von Klimainformationen in Entscheidungsprozesse der Kreditinstitute hängen dabei von der Risiko-Exposition der Regionen und der Geschäftsbereiche (Infrastrukturfinanzierung, Projektfinanzierung, Firmenkreditgeschäft, Immobilienkreditgeschäft und Hypothekenfinanzierung) ab.

(c) Kreditinstitute als Informations-Intermediäre
Im Rahmen der bereits zitierten Befragung von Geschäftskunden wurden diese auch nach ihrem Interesse gefragt, im Rahmen von Finanzierungsgesprächen über Aspekte des Klimawandels informiert zu werden. Ein relevanter Teil der Befragten stimmt „voll und ganz“ zu, Informations- bzw. Beratungsbedarf durch die Kreditinstitute bzgl. „Chancen und Risiken des Klimawandels“ (18 Prozent), „Anpassungsmöglichkeiten an den Klimawandel“ (15 Prozent) und „Versicherungsoptionen gegen Risiken infolge des Klimawandels“ (12 Prozent) zu haben (von Flotow 2012).

Bei den privaten Immobilienbesitzern sind es 15 Prozent der Befragten, die angeben, ein grundsätzliches Interesse an einer Information bzw. Beratung zu „Klimaschutz und Klimaanpassung“ durch ihre Kreditinstitute zu haben. Es geben allerdings nur 15 Prozent der Befragten an, bereits durch ihre Bank oder Sparkasse auf diese Themen angesprochen worden zu sein. Gleichzeitig trauen 19 Prozent der befragten Immobilienbesitzer ihren Banken und Sparkassen entsprechende Kompetenz rund um das Thema Klimawandel zu (von Flotow & Rodler 2013).

Über die Frage der Kreditprüfung hinaus sehen Kreditinstitute ihre Rolle als Finanzierungsberater darin, die Aufmerksamkeit ihrer Kunden auf mögliche Folgen des Klimawandels und den Anpassungsbedarf zu richten und sie gegebenenfalls auf entsprechende Informationsdienstleister und Berater hinzuweisen. Die Beratung (bzgl. Folgen des Klimawandels sowie Anpassungsoptionen) im engeren Sinne ist nicht Aufgabe von Kreditinstituten (von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow *et al.* 2011).

3.3.1.3 Weitere Finanzdienstleistungen

Neben Versicherern und Kreditinstituten gibt es eine Reihe von Akteuren in der Wertschöpfungskette des Finanzsektors, deren Perspektiven, Erfahrungen und Bedarfe bzgl. Klimainformationen für das Verständnis der Rolle des Finanzsektors relevant sind.

- **Versicherungsberater und -makler** beraten ihre Kunden zu bedarfsgerechtem Versicherungsschutz oder auch zur Auswahl von Versicherungsunternehmen. Allerdings geben nur 5 der 13 befragten Versicherungsmakler und -berater an, Kunden „regelmäßig“ aktiv zu Risiken des Klimawandels zu beraten, 3 tun dies „gelegentlich“, 4 „selten“, und 1 der Befragten gibt an, dies „nie“ zu tun.

- **Investoren** investieren Eigenkapital in sehr unterschiedliche Assets (Unternehmen, Immobilien, Projekte, Infrastrukturen, Rohstoffe etc.) mit sehr unterschiedlichen Zeithorizonten. Für die Investoren sind solche Vermögensanlagen unter Gesichtspunkten der Wetter- und Klimasensitivität relevant, deren Preis im relevanten Zeithorizont direkt oder indirekt von wetterbedingten Risiken abhängt. Asset Manager, die etwa in börsennotierte Unternehmen investieren, analysieren solche physischen Risiken an einzelnen Standorten nicht, sondern stützen sich vielmehr auf hoch aggregierte Informationen (von Flotow & Cleemann 2009). Im Sinne dieser eher abstrakten Perspektive des Asset Managements haben Auswirkungen, die aus Regulierungsmaßnahmen im Rahmen der Klimaschutzpolitik resultieren (wie etwa aus Zielvorgaben bzgl. der Reduktion von Treibhausgasemissionen), für Investment-Entscheidungen üblicherweise eine höhere Relevanz als die standortbezogenen (physischen) Folgen des Klimawandels.

- **Wirtschaftsprüfer** sind im Rahmen ihrer Aufgaben – der Prüfung von Jahresabschlüssen, Begleitung von Erneuerbare-Energien-Projekten etc. – unter anderem mit der Prüfung der Bewertung bzw. Bewertungsverfahren von Vermögenswerten befasst. In diesem Zusammenhang können sie eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Berücksichtigung von Risiken des Klimawandels wahrnehmen. Die hierzu befragten sechs Wirtschaftsprüfer berücksichtigen wetterbedingte Risiken bereits heute teilweise (entweder „systematisch immer“ oder „in Ausnahmefällen“) oder beabsichtigen, dies in Zukunft zu tun. Dabei handelt es sich allerdings typischerweise nicht um eine materielle, sondern um eine formale Prüfung des Risikomanagements bzw. des Vorhandenseins entsprechender Informationen und Dokumente.

- In den vergangenen Jahren wurden auch **Finanzderivate** (Wetter- und Katastrophenderivate) entwickelt, die wetterbedingte Risiken im Sinne „börsengehandelter Versicherungsverträge“ auf den Kapitalmarkt transferieren. Die im Rahmen des CFI-Projekts vom ZEW durchgeführte Analyse hat ergeben, dass der Markt für Wetterderivate sein Potenzial bei Weitem noch nicht ausgeschöpft hat. Dies wird insbesondere darauf zurückgeführt, dass Kenntnisse über die genaue Wetterabhängigkeit von Unternehmen in der Regel allenfalls unzureichend vorhanden sind, sodass eine Absicherung über Wetterderivate kaum ergiebig ist. Wie sich der Klimawandel auf den Markt für Katastrophenderivate auswirken wird, gilt hingegen als ungewiss (Riedler 2013).

3.3.1.4 Fazit

Die Studien, Abfragen und Dialoge zeigen, dass der Klimawandel unter den Finanzdienstleistern als ein relevantes, abgesehen von Versicherern aber tendenziell eher als zukünftiges Thema wahrgenommen wird. Die notwendigen Kompetenzen und Strukturen zur systematischen Berücksichtigung von Klimarisiken sind über den Versicherungssektor hinaus in aller Regel (noch) nicht vorhanden.

Die Finanzdienstleister und ihre Kunden registrieren oder erwarten bereits heute zunehmende wetterbedingte Schadensrisiken und sehen überdies erhebliche **Lücken** bzgl. der erforderlichen entscheidungsorientierten Informationen. Die Lücken bzgl. entscheidungsorientierter Klima-Services werden zwar entsprechend der unterschiedlichen Betroffenheit sehr verschieden wahrgenommen; allerdings wird die Lücke aus Perspektive der Finanzdienstleister – insbesondere der Versicherer (national und international) – als erheblich wahrgenommen.

Viele der erforderlichen bzw. gewünschten Klimainformations-Services sind derzeit entweder (noch) nicht vorhanden, oder sie sind schwer zugänglich bzw. durch **hohe Informations- und Transaktionskosten** gekennzeichnet. Zugleich zeigt sich, dass zur Schließung der Lücken auch **Forschungs- und Entwicklungsaufgaben** zu erfüllen sind, die über die Funktion, vorhandenes Wissen in Klimainformations-Services zu übersetzen, deutlich hinausgehen. Aber auch die scheinbar einfachen Aufgaben der Aufbereitung historischer Daten implizieren – nicht zuletzt aufgrund der unterschiedlich verteilten Eigentumsrechte öffentlicher und privater Akteure an entsprechenden Datenbanken – offenbar erhebliche Herausforderungen, sodass ein großer Bedarf an Harmonisierung verschiedener Aufzeichnungen sowie an einer lückenlosen Dokumentation besteht (Brasseur & von Flotow 2010).

Informations-Services, die Menschen und Institutionen zielgerichtet und problemorientiert über die erwarteten Entwicklungen und Auswirkungen des Klimawandels informieren und so eine entscheidungsorientierte **Informationsbasis** zur individuellen und gemeinschaftlichen Anpassung an den Klimawandel bereitstellen, haben sich während der Projektlaufzeit als ein Thema von weltweit wachsender Bedeutung erwiesen. Dies zeigt nicht nur die Gründung des CSC in Deutschland im Juli 2009, sondern auch der offizielle Start der Arbeiten am „Global Framework for Climate Services“ (GFCS 2013) anlässlich der World Climate Conference (WCC-3) im August / September 2009 und der europäischen Joint Programming Initiative „Connecting Climate Knowledge for Europe“ (JPI Climate) im April 2010 sowie der Start der Selbstorganisation der Anbieterseite im Rahmen der International Conference on Climate Services (ICCS) (Oktober 2011 und September 2012) und der Climate Services Partnership (CSP 2013) (Oktober 2011).

Auf Basis der im Rahmen des CFI-Projekts durchgeführten Studien und Dialoge haben sich Finanzdienstleister dazu bekannt, diese Fragestellung auch in Zukunft weiter zu bearbeiten (Finanz-Forum: Klimawandel 2011; von Flotow & Cleemann 2009; von Flotow *et al.* 2011). Seitens des Finanzsektors in Deutschland will sich zukünftig auch der Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e. V. (VfU) mit den Fragen des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel befassen. Darüber hinaus haben zwei Institutionen der Vereinten Nationen – das Umweltprogramm der Vereinten Nationen mit ihrer Finanzinitiative (UNEP Finance Initiative) und die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) – auf Basis der CFI-Studie **„Advancing adaptation through climate information services“** und einer Reihe von Workshops beschlossen, mit dem Finanzsektor sowie einer Reihe von Wetterdiensten und Klima-Service-Anbietern einen gemeinsamen internationalen Prozess zur Weiterentwicklung von Klimainformations-Services anzustoßen.

Workshops mit der UNEP Finance Initiative „Advancing adaptation through climate information services“

Frankfurt am Main (Januar 2011), Washington (Oktober 2011), Genf (Februar und Oktober 2012) und Brüssel (September 2012)

Teilnehmer seitens der Finanzdienstleister: Allianz, AXA Versicherung, Banco Santander, Barclays, DEG (KfW Group), DekaBank, Desjardins Group, Deutsche Asset Management, Deutsche Bank, HSBC, KfW Development Bank (KfW Group), Munich Re, Nordic Investment Bank, Pax World Investment, Santam, Scottish Widows Investment Partnership, Willis Re, World Bank.

Teilnehmer seitens der Anbieter von Services: Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz (Schweiz), Center for Climate Systems Modelling (Schweiz), Centre for Earth Research and Environment Management (Indien), Climate-Insight (Tunesien), Climate Service Center (CSC; Deutschland), CLIMPACT (Frankreich), Environmental Change Institute (Großbritannien), ESSLA-METEOPROTECT (Frankreich), Euro-Mediterranean Center on Climate Change (CMCC; Italien), Finnish Meteorological Institute, INPE/CPTEC – CCST (Brasilien), Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA; Brasilien), International Research Institute for Climate and Society (IRI; The Earth Institute, Columbia University, USA), Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA), National Center for Atmospheric Research (NCAR; USA), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA; USA), Norwegian Meteorological Institute, Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI), UK Met Office, University of Melbourne (Australien), World Meteorological Organization (WMO).

Weitere Teilnehmer: u. a. DLR, FAO, GIZ, Joint Programming Initiative (JPI), UNEP Division of Early Warning and Assessment (DEWA), World Wind Energy Association (WWEA).

Damit erkennen diese beiden Organisationen der Vereinten Nationen die Partnerrolle und die hohe wirtschaftliche und gesellschaftspolitische Mitverantwortung an, die der Finanzsektor für die weltweite Weiterentwicklung der Klimainformations-Architektur trägt. Ähnliches gilt für die europäische Initiative „JPI Climate“ (2013), die den Finanzsektor zukünftig als einen wesentlichen Partner neben (bzw. quer zu) anderen Sektoren einbeziehen will. Die Möglichkeiten der Aktivierung dieser Partnerrolle wurden zudem im Rahmen des Workshops anlässlich der ICCS2-Konferenz der Climate Service Partnership gemeinsam mit der UNEP Finance Initiative 2012 diskutiert.

3.3.2 Ökonomische und institutionelle Herausforderungen

Serviceeinrichtungen, die solche Informationsleistungen entwickeln und anbieten, nehmen eine Intermediärsfunktion zwischen dem Angebot an Forschungsergebnissen und verfügbaren Daten einerseits und der Nachfrage nach konkreten Informationsleistungen andererseits ein. Sie dienen damit insbesondere der effizienten problembezogenen Umsetzung grundsätzlich vorhandenen Wissens. Während Klima- und Klimafolgenforschung sowie Wetterdienste (i. S. der kurzfristigen Beobachtungen und Prognosen des Wetters) eine typische öffentliche Aufgabe darstellen, ist dies im Hinblick auf Klimainformations-Services weniger eindeutig. Damit stellen sich Fragen nach der öffentlichen und privaten **Verantwortlichkeit** für den Abgleich von Angebot und Nachfrage nach entsprechenden Informationen, für die Initiierung und das Design, die Umsetzung und die Kostenübernahme. Die damit verbundenen ökonomischen

und institutionellen Fragestellungen werden allerdings bisher kaum (über die Frage der Bewertung des Nutzens hinaus) von der ökonomischen Forschung aufgegriffen (Ludolph & von Flotow 2013). Die Analysen machen zudem deutlich, dass es bei der Entwicklung von Klimainformationen nicht nur um Service-Innovationen, sondern auch um System-Innovationen, das Entwickeln einer Informations-Architektur und das Entwickeln neuer Informationsmärkte geht. Darüber hinaus haben es die Studien, insbesondere aber die Dialoge ermöglicht, wesentliche ökonomische und institutionelle Herausforderungen für die schnelle Etablierung von Klimainformations-Services und damit für die schnelle Senkung der entsprechenden Informations- und Transaktionskosten zu identifizieren:

Nachfrageseitige Herausforderungen:

- Entwicklung des Wissens- und Risikomanagements (a)
- Zeit und Kompetenz der Anwender als Partner der Entwicklung (b)

Angebotsseitige Herausforderungen:

- Management von wissenschaftlichen Wertschöpfungsketten und Services (c)
- Qualität von Klimainformationen unter gegebenen Unsicherheiten (d)

Gemeinsame Herausforderung von Staat, Nachfragern und Anbietern:

- Governance, Wettbewerb und Kooperation (e)

(a) Entwicklung des Risikomanagements

Eine angemessene Formulierung der Informationsbedarfe und die Ableitung konkreter Anforderungen an Services für das eigene Wissensmanagement, die Entscheidungs(unterstützungs)-Systeme bzw. das Risikomanagement erfordern eine Erfassung und Bewertung der wetterbedingten wirtschaftlichen Risiken bzw. Schäden und ihrer einzelwirtschaftlichen Folgen als integralen Bestandteil der Gesamtrisiken durch die Kunden selbst. Anbieter von Informationen können ihrerseits diese Kernaufgabe des Risikomanagements – die Integration von Informationen zu wetterbedingten Risiken in das sektor- und unternehmensspezifische Risikomanagement – angesichts der typischerweise (heutzutage) fehlenden sektoralen Erfahrungen der Anbieter, des berechtigten Interesses an Vertraulichkeit der notwendigerweise einzubeziehenden Unternehmensinterna, der Komplexität von Entscheidungssituationen und des jeweils sehr spezifischen Risikomanagements nur eingeschränkt leisten. Für einen großen Teil der Versicherer haben einige wenige spezialisierte Agenturen diese Aufgabe übernommen. Auch diese Agenturen beginnen erst damit, Ergebnisse der Klimaforschung zu integrieren.

Die Aufgabe, Anforderungen an Services bzw. Informationsformate so zu definieren, dass sie in die jeweiligen Entscheidungsunterstützungssysteme und Risikomodelle integrierbar sind, wird daher wohl stets (auch) Aufgabe der Informationsnutzer bleiben. Die Integration von Klimainformationen in Risikomodelle und zur Entwicklung von Risikomanagement-Tools ist allerdings ein bislang stark vernachlässigtes Forschungsfeld – nicht nur mit Blick auf den Finanzsektor.

(b) Zeit und Kompetenz der Anwender als Partner der Entwicklung

Die Entwicklung entscheidungsorientierter, d. h. integrierbarer Klimainformations-Services erfordert dementsprechend Zeit und Kompetenz für eine enge Kooperation mit der Anbieterseite und die Fähigkeit, den ökonomischen Wert der (potenziellen) Information bzw. der Services zu bestimmen. Bisher liegen nur wenige wirtschaftswissenschaftliche Ergebnisse zur Ermittlung des ökonomischen Werts von Klimainformationen vor, die an der Offenlegung von Nutzerpräferenzen ansetzen und so die Bewältigung dieser praktischen Herausforderungen unterstützen könnten. Dieser wissenschaftliche Befund korrespondiert mit der auf Basis der Projektergebnisse gewonnenen Einschätzung, dass bei einem großen Teil der (potenziellen) Nachfrager die erforderlichen Kapazitäten und Kompetenzen, ihre eigenen Anforderungen, Präferenzen und ggf. Zahlungsbereitschaften überhaupt selbst analysieren und artikulieren zu können, derzeit aktuell (noch) nicht vorhanden bzw. erst im Aufbau sind.

Die erforderlichen Kapazitäten auf der Seite der Anbieter, der Nachfrager und der Intermediäre aufzubringen ist eine für die kommenden Jahre kritische Barriere des weiteren Entwicklungsprozesses. Auf Basis der Dialogverfahren können seitens der potenziellen Nutzer u. a. folgende Gründe für die Zurückhaltung, Kapazitäten für Kooperationen zur Verfügung zu stellen, identifiziert werden:

- Es gibt derzeit nur sehr wenige Experten auf der Anbieter- und auf der Nutzerseite, die diesen Entwicklungsprozess kooperativ und kompetent unterstützen können; die vorhandene Kapazität, entsprechende Kooperationen zu initiieren und zu managen, steht daher weniger zur Verfügung als erforderlich.

- Die privatwirtschaftlichen Kosten der Entwicklung bzw. das Ergebnis dieser Entwicklungsprozesse können nicht privatwirtschaftlich vereinnahmt werden, weil es sich bei solchen Klima-Services (und bei einem Teil der vorgelagerten Prozesse) weitgehend um ein öffentliches Gut handelt bzw. auch handeln soll.

- Das Verhältnis zwischen „Aufwand und Ertrag“ bzw. „Kosten und Nutzen“ des Entwicklungsprozesses ist nur schwer kalkulierbar. Zugleich aber ist absehbar, dass eine erhebliche Zeitdauer (mehrere Jahre) der Kooperation erforderlich ist, um die jeweiligen Ziele genau zu definieren, die erforderlichen Entwicklungs- oder auch Forschungsaufgaben umzusetzen und um schlussendlich auch zu den gewünschten Resultaten (Services) zu gelangen.

- Die wetterbedingten Risiken werden von anderen Risiken überlagert und eher als zukünftig relevant wahrgenommen.

(c) Management von wissenschaftlichen Wertschöpfungsketten und Services

Das Aufgabenfeld des Managements von solchen wissenschaftlichen Wertschöpfungsketten und Services umfasst zunächst insbesondere

- die (eher pragmatische) Aufgabe der internationalen Bestandsaufnahme der derzeitigen Informationsbasis und der Anbieter von Klimainformations-Services, ihrer Produkte, Kunden, Finanzierungsformen und Geschäftsmodelle;

- die Erfassung von Informationsbedarfen – bzw. Anforderungen (i. S. von Informationstypen, -qualitäten und -formaten) unterschiedlicher (potenzieller) Nutzergruppen – aus ökonomischer Sicht, insbesondere auch unter Berücksichtigung von Aspekten der schnellen Verfügbarkeit, Zugänglichkeit und Nutzbarkeit von Informationen und der damit verbundenen Transaktionskosten (insbesondere Informationskosten) der Nutzer;

- die Ableitung von Services und die Modellierung von erforderlichen Wertschöpfungsstufen für unterschiedliche Informationsprodukte sowie die Erfassung der entsprechenden Kosten dieser Wertschöpfungsschritte etc.;

- die Definition des verbleibenden Forschungsbedarfs.

Unter dem Oberbegriff der „Klimainformation“ wird dabei eine große Bandbreite unterschiedlicher Informationsdienstleistungen zusammengefasst: Während die Erstellung „einfacher“ Informationsprodukte gegebenenfalls in wenigen Arbeitsschritten (Aufbereitung von vorhandenen Datensätzen, wie z. B. historische Wetterdaten) erfolgen kann, erfordern andere Services das Zusammenwirken vieler Experten zu sehr unterschiedlichen Sachverhalten bzw. Wissensgebieten,

- die Aussagen bzw. Vorhersagen erlauben zur Risikoexposition von Gebäuden, Sektoren etc. in bestimmten Regionen,

- die Ergebnisse aus globalen Klimamodellen als Eingangsgrößen für regionale Klimamodelle ableiten können,

- die Ergebnisse regionaler Klimamodelle mit Impact-Modellen zusammenführen und Schadenfunktionen ableiten können,

- die Anpassungsmaßnahmen erarbeiten und bewerten können etc.

Die Aufgabenstellung, derart komplexe wissenschaftlich gestützte Informations-Wertschöpfungsketten zu entwickeln und zu managen, geht dabei über die oft adressierte Herausforderung von Komplexität bzw. Transdisziplinarität der wissenschaftlichen Fragestellungen deutlich hinaus: Sie muss zu handlungsorientierten Ergebnissen führen. Die wissenschaftliche Herausforderung besteht insbesondere darin,

- Informationsbedarfe danach zu unterscheiden, inwieweit sie auf Basis vorhandenen Wissens zumindest vorläufig erfüllt werden können,

- Aufgaben der Forschung und Entwicklung zu unterscheiden bzw. zu definieren,

- diese transdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsarbeiten so aufeinander abzustimmen, dass die (einzelwissenschaftliche) Bearbeitung bzw. deren Ergebnisse sinnvoll aufeinander aufbauen und die Aussagen von allen Beteiligten mitgetragen werden können.

Als kritischer Faktor kann – neben der rein wissenschaftlichen Herausforderung – der Aufbau und die Sicherstellung eines effizienten und effektiven Managements der wissenschaftlichen sowie zugleich kundenorientierten Entwicklungsprozesse solcher Klimainformations-Services identifiziert werden. Bisher liegen allerdings kaum Forschungsergebnisse zum besseren Verständnis der Rolle von Informations-Centern als Informations-Intermediäre vor, die solche Herausforderungen adressieren und die Akteure darin unterstützen, wie verschiedene Wertschöpfungsschritte bestmöglich zu nutzen, die unterschiedlichen Kompetenzen und Ziele bestmöglich zu kombinieren sind und wie die sich entwickelnden Zentren für Wetter- und Klimainformations-Services ihre Intermediärsfunktion wahrnehmen.

(d) Qualität von Klimainformationen unter gegebenen Unsicherheiten

Auf absehbare Zeit und / oder auch aus prinzipiellen Gründen bleibt die Frage der Entwicklung des weltweiten Klimas, seiner regionalen Ausprägungen und der Folgen des Wandels oder einer erhöhten Variabilität des Klimas eine nicht exakt zu beantwortende und damit nur mit einer verbleibenden Unsicherheit zu beantwortende Fragestellung. Für die Wissenschaft ist dies selbstverständlich, und daher ist die Offenlegung solcher verbleibenden Unsicherheiten eine gebotene Pflicht und Teil des freien wissenschaftlichen Wettbewerbs.

Die Nutzer von Informationsleistungen erwarten allerdings möglichst eindeutige, unmittelbar praktisch verwertbare Ergebnisse, die möglichst objektiv und verlässlich sind, die sich bestmöglich an ihren unterschiedlichen Entscheidungssituationen orientieren und in die vorhandenen Instrumente des Risikomanagements integrieren lassen. Hinzu kommt, dass diejenigen, die die Informationen nutzen und weiterverarbeiten, keine Experten auf dem Gebiet der Klimatologie sind. Damit werden Fragen bzgl. der Robustheit von Informationen bzw. der stets inhärenten Unsicherheiten neu zu beantworten sein. Zum Teil wird seitens der Finanzdienstleister daher von der öffentlichen Seite eine verlässliche Qualitätssicherung der Informationen oder sogar ein „Gütesiegel“ gefordert. Die Kunst der Klima-Service-Anbieter wird darin bestehen, diesen Zielkonflikten zwischen wissenschaftlichen und praktischen Anforderungen gerecht zu werden. Politische Entscheidungsträger und Klima-Service-Anbieter haben in diesem Zusammenhang bislang jedoch keine Möglichkeiten, auf Forschungsergebnisse zurückzugreifen, die sich mit ökonomischen und institutionellen Fragen der Qualitätssicherung befassen.

(e) Governance, Wettbewerb und Kooperation

In Deutschland – wie in anderen Staaten auch – arbeiten eine Reihe von Ressorts der nationalen und regionalen Regierungen und die von ihnen beauftragten oder geförderten Institutionen mit relevanten öffentlichen Budgets an der Generierung von Klimawissen i. S. der Klimaforschung, der Entwicklung von Anpassungsstrategien und der Entwicklung von Klimainformations-Services. Gleiches gilt in je unterschiedlicher Art und Weise etwa für die Europäische Union (insbesondere mit Bezug auf JPI Climate) und die WMO (insbesondere im Rahmen des Global Framework for Climate Services (GFCS)). Dies gilt darüber hinaus auch für eine Reihe von nichtstaatlichen Kooperationen (wie z. B. die Climate Service Partnership (CSP)).

Insgesamt sind an diesen Arbeiten neben den nationalen Wetterdiensten in unterschiedlichen Rollen nationale und regionale öffentliche Klima-Service-Anbieter, universitäre und nichtuniversitäre Forschungs- und Service-Einrichtungen und z. T. auch entsprechende private Institutionen beteiligt. Die derzeitige Entwicklung sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene bedingt nicht zuletzt eine Klärung der Rollenverteilung und Verantwortlichkeiten privater und öffentlicher Akteure sowie der entsprechenden Schnittstellen entlang (globaler) Klima-

(Impact- und Anpassungs-)informations- und Service-Wertschöpfungsketten. Dabei sind für die Erstellung und Verbreitung von Klimainformationen und entsprechenden Informations-Wertschöpfungsketten und System-Innovationen sehr unterschiedliche Formen der Governance und der institutionellen Regeln der Kooperation und des Wettbewerbs und damit auch unterschiedliche Funktionen und Rollenverteilungen der beteiligten öffentlichen und privaten Akteure denkbar.

Offen ist derzeit u. a., in welchem Maß die öffentlichen Anbieter (national und international) im Wettbewerb miteinander stehen (sollen), welche Daten in welcher Form typischerweise oder fallweise öffentlich kostenfrei zur Verfügung gestellt werden sollen, welche Informationen kostenpflichtig sind und wie diese Kosten zu definieren sind. In Deutschland wie auch in anderen Staaten wird es nicht zuletzt auch darum gehen, die staatlichen Pflichten bzgl. der Wetter- und Klimainformationen zu präzisieren (etwa im Rahmen des Umweltinformationsgesetzes). International bietet es sich an, dass auch der Weltklimarat der Vereinten Nationen die Frage der Weiterentwicklung von Klimainformations-Services und der internationalen Kooperation zukünftig verstärkt zu einem Thema machen wird, um eine Verbesserung von Aussagen zu Klimarisiken und Anpassungsstrategien zu ermöglichen.

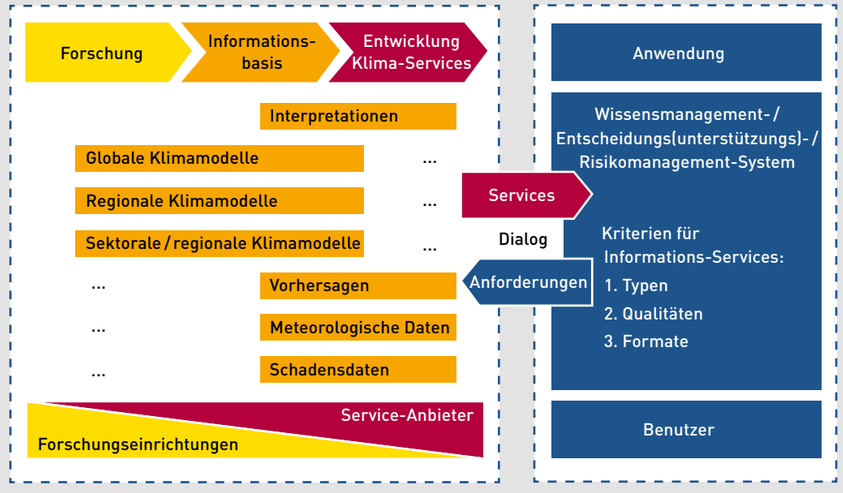
Auch auf der Ebene der privaten Akteure werden sich zunehmend Fragen von Kooperation versus Wettbewerb stellen. Zu klären ist, in welchem Maße die Versicherer untereinander und mit Dritten kooperieren (wollen), um die Informationsbasis zu verbessern, welche Schadenserfahrung bzw. -datenbasis sie in welcher Form (allgemein oder exklusiv) offenlegen wollen etc.

Fazit

Die ökonomischen und institutionellen Hemmnisse bzw. Herausforderungen der Entwicklung von „Klimakompetenz“, der Klimainformations-Services und einer entsprechenden Informations-Architektur und -Infrastruktur sowie entsprechender Kooperationen, System-Innovationen und Märkten prägen die Wertschöpfungskette für Klimainformationen und überlagern die ohnehin großen meteorologischen und weiteren (natur-)wissenschaftlichen Herausforderungen der Klimaforschung. Angesichts der hohen Bedeutung, die nutzerorientierten Klimainformations-Systemen zunehmend beigemessen wird, gewinnt die Frage an Bedeutung, wie die vorhandene Informationsbasis schneller in Services gewandelt werden kann. Damit werden Fragen nach institutionellen Arrangements, sinnvollen Kooperationsformen zwischen öffentlichen und privaten Akteuren, Funktionsfähigkeit von Klimainformations-Märkten sowie der Überwindung von Marktfriktionen und funktionierenden Geschäftsmodellen wichtiger. Der Abgleich von Anforderungen und vorhandener Informationsbasis und die Erarbeitung der Service-Innovationen erfordern einen intensiven Dialog zwischen Anwendern und Service-Centern (vgl. Abb. 2).

Auch wenn sich diese Herausforderungen hier als Ergebnis eines auf den Finanzsektor fokussierten Projekts zeigen, handelt es sich doch zugleich um Erkenntnisse, die auch für andere Sektoren Gültigkeit haben. Es wird daher eine wesentliche Herausforderung sein, solche kooperativen Entwicklungsprozesse zwischen Anbietern und Nutzern zu initiieren und ihnen zum Erfolg zu verhelfen. Damit verbunden sind Fragen nach der öffentlichen und privaten Verantwortlichkeit für den Abgleich von Angebot und Nachfrage nach entsprechenden Informationen, nach Initiierung und Gestaltung, nach der Umsetzung und der Kostenübernahme. Die wirtschaftswissenschaftliche bzw. informationsökonomische Perspektive kann die Akteure darin unterstützen, solche Hemmnisse zu adressieren und institutionelle Arrangements zu entwickeln, die geeignet sind, öffentliche und private Kompetenzen und Ressourcen effizient und effektiv zu nutzen.

Abbildung 2: Wertschöpfungskette für Klimainformationen (eigene Darstellung)



3.4 Schlussfolgerungen

Mit der Fokussierung auf informationsökonomische Fragen der Entwicklung und Verbreitung von Klimainformations-Services und der Identifikation des Ausbaus von „Klimakompetenz“ als Aufgabe von Finanzdienstleistern wurde eine wirtschaftswissenschaftliche Lücke und zugleich eine Herausforderung der Praxis adressiert. Es ist erstmals gelungen, den Versicherungssektor, Kreditinstitute und darüber hinaus weitere Finanzdienstleister für die Zusammenarbeit an dieser Aufgabenstellung zu gewinnen. Versicherer waren zwar bereits Kunden von Wetterdiensten und Klimainformations-Leistungen; allerdings gab es bisher keinen gemeinsamen Prozess des Finanzsektors, Fragen der Entwicklung von Klimainformations-Leistungen als gemeinsame Herausforderung im privatwirtschaftlichen und im öffentlichen Interesse anzugehen.

Das Argument, dass sich durch verbesserte Information bzgl. Wetter- und (anthropogenen) Klimaänderungen sowie (natürlicher) Klimavariabilität die Informations- und Transaktionskosten senken lassen und das Risikomanagement verbessern lässt, findet zunehmend Resonanz. Es lassen sich Unsicherheit und Risikokosten reduzieren, die Kalkulierbarkeit der Schadensrisiken und die Effizienz und Effektivität von Anpassungsmaßnahmen verbessern. Der **öffentliche und private Nutzen** solcher Informationen liegt in ebendiesen Wirkungen, auch wenn der Nutzen im Einzelfall ökonomisch nicht exakt messbar ist. Die Untersuchungen haben dazu beigetragen, die Informationsbedarfe und die **Rollen von Finanzdienstleistern** als (potenzielle) Nutzer von Klimainformations-Services, als Informations-Intermediäre und Partner in der Informations-Wertschöpfungskette sowie als Partner und Berater bei der Entwicklung entsprechender Klima-Services zu klären und damit zugleich zu aktivieren. Damit ist eine vorläufige Definition von „Klimakompetenz“ des Finanzsektors gelungen und auch das Bewusstsein der beteiligten Finanzdienstleister für die Relevanz von Klima-Services für ihre Geschäfte gestiegen. Die Entwicklung von „Klimakompetenz“ wird zunehmend als eine **normative und strategische Aufgabe**

des Finanzsektors erkannt und wurde im Rahmen des Projekts als Aufgabenstellung auf die nationale und internationale Agenda gehoben. Eine Steigerung der „Klimakompetenz“ von Finanzdienstleistern kann – so die Schlussfolgerung – nicht nur einen Beitrag zum Risikomanagement der Finanzdienstleister leisten, sie kann darüber hinaus auch einen Beitrag zum Risikomanagement der Realwirtschaft und zur Umsetzung von öffentlichen und privaten Anpassungsstrategien leisten.

Da Klimainformations-Services teils Eigenschaften eines öffentlichen, teils Eigenschaften eines privaten Guts haben, erfordert die Bewältigung der ökonomischen und institutionellen Herausforderungen in den kommenden Jahren eine besondere Aufmerksamkeit und einen **intensiven Dialog** zwischen den öffentlichen und den privaten Akteuren zur Klärung der Verantwortlichkeiten. Finanzdienstleister können in Kooperation mit anderen Anwendern und den Service-Einrichtungen eine zentrale Rolle bei der Beantwortung solcher Fragen spielen. Aus wirtschaftlicher Sicht kommt den Finanzdienstleistern auf Basis ihrer regionen- und sektor-übergreifenden Intermediärsfunktion dabei eine Aufgabe zu, die über die rein privatwirtschaftliche Rolle hinaus auch eine wohlfahrtsökonomische Relevanz hat. Die o. g. nationalen und internationalen öffentlichen Organisationen und Initiativen haben – nicht zuletzt auf Basis der CFI-Projektergebnisse – die Bereitschaft und das Interesse formuliert, mit dem **Finanzsektor** zusammenzuarbeiten. Vor dem Hintergrund der gegebenen ökonomischen und institutionellen Hemmnisse ist die Bereitschaft des Finanzsektors – und insbesondere des Versicherungssektors –, Entwicklungskooperationen einzugehen, von erheblicher Relevanz. Insbesondere die **Versicherer** können – dies hat sich bestätigt – eine relevante Rolle bei der Beantwortung solcher Fragen spielen. Als Teil ihres Kerngeschäfts quantifizieren und monetarisieren Versicherer (auch) die klimabezogenen Risiken ihrer Kunden. Sie haben damit gute Voraussetzungen, bewerten zu können, in welchem Ausmaß (nicht zuletzt) durch verbesserte Information ermöglichte Anpassungsmaßnahmen zu einer Reduktion von wetterbedingten Schadensrisiken führen können. Durch die Berücksichtigung klimarelevanter Risiken im Rahmen ihrer Versicherungsgeschäfte tragen sie dazu bei, Anpassungsmaßnahmen in der Realwirtschaft zu forcieren bzw. klimarelevanten Risiken Rechnung zu tragen. Zudem verfügen Versicherer in der Regel exklusiv über (Schadens-)Datenbanken zu entsprechenden empirischen Schäden, die durch Wetterereignisse verursacht wurden. Diese Daten werden von den Versicherern zwar üblicherweise als ihr Eigentum betrachtet, sie sind jedoch durchaus dazu bereit, die Daten für Forschungszwecke (bzw. teilweise generell für öffentliche Zwecke) zur Verfügung zu stellen.

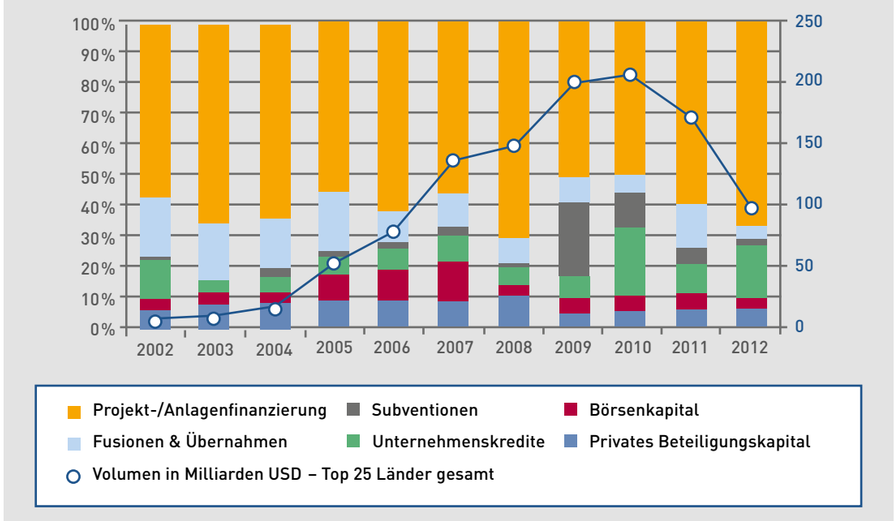
Aber auch für **weitere Finanzdienstleister** wird sich damit zunehmend konkreter die Frage stellen, in welchem Ausmaß sie – aus rein privatwirtschaftlichen Motiven oder aus Gründen der gesellschaftlichen Verantwortung – aktiv eigene Ressourcen aufwenden wollen und können, um ihre „Klimakompetenz“ (gemeinsam und / oder einzeln) zu stärken, die vorhandenen Unsicherheiten für spezifische Regionen und einzelne Geschäftsfelder abzubauen, das vorhandene Wissen in ihrer Rolle als Intermediäre noch aktiver ihren Kunden und der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen und die ökonomischen, institutionellen und fachlichen Herausforderungen der Zusammenarbeit mit den Anbietern und der öffentlichen Hand zu überwinden.

4 FINANZIERUNG VON INNOVATIONEN ZUM KLIMASCHUTZ

Die Finanzierung von Unternehmen und Anwendungen, die zum Klimaschutz beitragen (erneuerbare Energien, Energieeffizienz und -speicherung etc.), insbesondere die Erzeugung von Energie mit erneuerbaren Energien, ist innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums (im vergangenen Jahrzehnt) international zu einem relevanten Thema für die Finanz- und Kapitalmärkte geworden. „New Energy“ oder auch „Cleantech“ als übergeordnete Bezeichnung für Umwelttechnologien (Klimaschutz i. e. S., neue Materialien sowie klassische Umwelttechnologien im Bereich Abwasser, Abfall, Luftreinhaltung etc.) wurden als neue Wachstumschance ausgerufen: Einem scharfen Anstieg folgte jedoch ein Rückgang in den Jahren 2011 und 2012 um ca. 50 Prozent gegenüber 2010 (vgl. Abb. 3). Auch wenn zu berücksichtigen ist, dass sich die Preise für die installierte Kapazität in den letzten Jahren stark reduziert haben, zeigt diese Entwicklung die Anfälligkeit solcher Kapitalbewegungen gegenüber negativen Veränderungen der Rahmenbedingungen und der Erwartungen.

Aus dem Vergleich der unterschiedlichen Finanzierungsarten lässt sich ein Weiteres ablesen: Die Finanzierung von „Projekten und Anlagen“ (Asset Finance) macht den größten Anteil des Finanzierungsvolumens aus. Das 2001 investierte Kapital übertrifft die Summe der Investitionen in alle anderen Finanzierungsarten inklusive der öffentlichen Zuschüsse im gleichen Zeitraum[1]. Diese (traditionelle) Form der langfristigen Investition, die insbesondere auch von institutionellen Investoren (Pensionsfonds, Versicherer etc.) genutzt wird, hat sich also in einem relevanten Umfang als Finanzierungsform für die Erzeugung von Energie mithilfe von erneuerbaren Energien bewährt (vgl. dazu insbesondere Kap. 4.3.3 und 4.3.4).

Abbildung 3: Finanzierung von „New Energy“/„Cleantech“, in Mrd. USD (BNEF 2013)



[1] Bloomberg New Energy Finance (BNEF) erfasst über „New Energy“ hinaus auch weitere Technologien, die zum Klimaschutz beitragen sowie auch weitere Umwelttechnologien. Berücksichtigt wurden nur abgeschlossene Projekt- und Anlagenfinanzierungen mit angegebenen Volumina, die eindeutig den erneuerbaren Energien zugerechnet werden können. Mit Blick auf Investitionen in Projekte und Anlagen erfasst BNEF nicht die gesamte aggregierte Kapazität, sondern nur größere Asset Finance Investments von institutionellen Investoren. D. h., dass die z. B. in Deutschland installierte Kapazität, die über viele kleine Projekte erfolgt, hier nur z. T. berücksichtigt wird. Dennoch oder gerade deshalb vermitteln diese Zahlen einen guten Überblick darüber, wie der internationale Finanzsektor das Thema „New Energy“ bzw. „Cleantech“ sieht.

Weiterhin zeigt der Vergleich der Finanzierungsarten, dass mehr als 90 Prozent der Finanzierung in bereits **ausgereifte Unternehmen und Technologieanwendungen** fließt. D. h.: Der überwiegende Anteil der Transaktionen trägt zur Finanzierung von Unternehmenswachstum und Anwendung solcher Technologien bei, deren Generierung und Kommerzialisierung vorab auf anderen Wegen finanziert wurde. Wagniskapital, also Investitionen in junge Unternehmen in der Kommerzialisierungsphase, macht nur einen recht geringen Anteil der Gesamtfinanzierung aus und wird hier als Anteil von Beteiligungskapital subsummiert (vgl. dazu insbesondere Kap. 4.3.2).

Der **Ländervergleich** zeigt u. a., in welchem Ausmaß es China neben der Anwendung der erneuerbaren Energien auch um den Aufbau der eigenen Industrie und eine führende Position im internationalen Wettbewerb geht. Eine Entwicklung, die vor dem Hintergrund des Konflikts um verbindliche internationale Klimaschutz-Ziele und die bremsende Rolle Chinas leicht übersehen wird: Das Volumen der Unternehmenskredite ist in China in diesem Zeitraum doppelt so hoch wie das Volumen in den USA. Die Investitionen in Erneuerbare-Energien-Projekte liegen nur knapp hinter den USA (BNEF 2013).

4.1 Ziele

Ziel der CFI-Studien war es insbesondere, zu analysieren, wie Finanzdienstleister und Finanzmärkte innerhalb der Phasen des Innovationslebenszyklus (der Kommerzialisierung und Diffusion) agieren, welche Kosten und Rendite-/Risiko-Verhältnisse sie dabei tragen oder eben nicht tragen (können oder wollen), wie sie mit gegebenen Rahmenbedingungen umgehen und wie sie auf Veränderungen der Rahmenbedingungen reagieren. Darüber hinaus geht es auch darum, auf dieser Grundlage Ansatzpunkte dafür zu finden, wie die Rolle der Finanzdienstleister und Finanzmärkte stärker für die Beschleunigung der Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zum Klimaschutz bzw. die „Energiewende“ aktiviert werden kann und welche Änderungen ihres Verhaltens oder der Rahmenbedingungen sie dazu gegebenenfalls selbst vorschlagen.

Der finanzwirtschaftliche Forschungsfokus der Untersuchungen orientiert sich entlang der unterschiedlichen Phasen des Innovationslebenszyklus von der Generierung bis zu Marktreife und Marktkonsolidierung. Die CFI-Studien gehen über Analysen realtypischer Modellmärkte hinaus und betrachten existierende Märkte / Unternehmen. Dabei beziehen sie Analysen von Informations- und Transaktionskosten und Rahmenbedingungen als wesentliche Determinanten der Entscheidungen von Akteuren ein. Mit Blick auf die Generierung und Kommerzialisierung von Innovationen sowie das Entstehen neuer Märkte zielen die Studien z. T. auch auf die Begründung des Eingreifens der Politik in den Innovationsprozess (z. B. durch die Schaffung von Leitmärkten oder öffentlich-private Zusammenarbeit). Einerseits kann sich die öffentliche Hand dafür entscheiden, aus Gründen des Klimaschutzes Kosten und Risiken (der Forschung und der Umsetzung) gezielt zu übernehmen, um Innovationen zu fördern; andererseits darf sie dabei die privatwirtschaftliche Bereitschaft zur Finanzierung und Risikoübernahme von Innovationen nicht reduzieren oder gar verdrängen, vielmehr sollte diese möglichst vollumfänglich genutzt werden.

4.2 Theoretischer Bezugsrahmen und Methodik

Der wirtschaftswissenschaftliche Horizont der Untersuchungen umfasst finanzwirtschaftliche sowie innovations- und umweltökonomische Fragestellungen und Perspektiven. Zunächst zur **finanzwirtschaftlichen Perspektive**: Grundsätzlich beurteilen Finanzökonomen Investitionen nach der Wahrscheinlichkeit des Markterfolgs und dem damit verbundenen Risiko, d. h. dem Rendite-/Risiko-Verhältnis (Dosi 1990). Dabei arbeiten solche Analysen typischerweise mit quantitativen, z. T. aber auch mit qualitativen Daten und kommen so auf Basis vergangener Erfahrungen zu zeitpunktbezogenen Ergebnissen. Die Zugänge der Finanzökonomik und Unternehmensfinanzierung schließen darüber hinaus an die **Neue Institutionenökonomik** (Coase 1984) an, die die Annahme friktionsloser Märkte bzw. vollständiger Information aufhebt und insbesondere Transaktions- und Informationskosten und Informations-Asymmetrien als wesentliche Determinanten des Marktgeschehens theoretisch begründet. Dies ist insofern relevant, als Finanz-Intermediäre nur über begrenzte Möglichkeiten zum Screening (Beurteilung der Firmen) und Signaling (Signalisierung einer Investment „Readiness“ bzw. „Bankability“) verfügen (Hall 2002; Kleer 2010).

Daraus folgende Kapitalmarktfriktionen können (volkswirtschaftlich gesehen) zu einem Mangel an Investments beitragen; dies gilt etwa in solchen Märkten, in denen es um die Finanzierung innovativer Technologieunternehmen geht. Insbesondere treffen solche Restriktionen kleine und/oder besonders innovative Unternehmen aufgrund fehlender Sicherheiten und des hohen Risikos des Scheiterns (Peneder 2008) sowie hoher Kosten für Screening bei mangelnder Bewertungserfahrung oder „dünnen Märkten“, d. h. Märkten mit einer vergleichsweise geringen Anzahl lohnenswerter finanzieller Engagements (Nightingale *et al.* 2009). Auch im Rahmen solcher Erweiterungen greift die finanzwirtschaftliche Forschung allerdings nur in wenigen Fällen konkrete Fragen der (Finanzierung von) **Innovationen** im Allgemeinen und Innovationen zum Klimaschutz im Speziellen auf. Dies zeigen Babl *et al.* (2012) mit besonderem Blick auf die deutschsprachige Literatur.

Auch die **volkswirtschaftlichen** Untersuchungen zu Rahmenbedingungen sowie Kosten und Nutzen alternativer Klimaschutz-Strategien abstrahieren weitgehend von konkreten Technologien. Umweltökonomische Untersuchungen konzentrieren sich eher auf prinzipielle Barrieren, etwa **externe Effekte**, also die individuelle Nichteinpreisung öffentlicher oder privater Kosten (z. B. der Schadenskosten in Folge von Emissionen klimarelevanter Gase), sowie die Möglichkeiten ihrer Internalisierung unter Berücksichtigung von Effizienz und Effektivität. Wechselwirkungen zwischen Innovationen, Regulierung und den Märkten für Eigenkapital, Fremdkapital und Versicherungsdienstleistungen spielen eine eher geringe Rolle.

Am ehesten sind Bezüge der **Innovationsfinanzierung** im Rahmen der innovationsökonomischen Literatur zu finden, insbesondere mit Bezug auf Gründungsfinanzierung oder Wagniskapital. Auch wenn die Relevanz der Finanzierung von Innovationen durch öffentliche und private Akteure identifiziert wurde, wird der Allokationsprozess von Kapital über den gesamten Innovationslebenszyklus allerdings bisher kaum diskutiert (O’Sullivan 2006). Eher selten wird darauf verwiesen, dass Finanzierungsfragen für den technologischen Fortschritt eine wesentliche Rolle spielen (Perez 2002, 2004). In der Forschung finden sich exemplarisch einige Aufsätze, die sich mit den Wirkungen von einzelnen Politikmaßnahmen bzgl. des Venture-Capital-Markts (Lerner 1999, 2002) oder bzgl. Umweltschutztechnologien (Haley & Schuler 2011; Veugelers 2012) widmen. Jedoch gibt es bisher, abgesehen von Hargadon und Kenney (2012), kaum Publikationen, die die Besonderheiten der Finanzierung von Cleantech-

Innovationen durch Wagnis- und Beteiligungskapital berücksichtigen und entsprechende (realwirtschaftliche und finanzwirtschaftliche) Rahmenbedingungen abbilden. Tylecote (2007) zeigt die Relevanz der Finanzierung für das nationale Innovationssystem; Hirsch-Kreinsen (2011) konkretisiert dies, indem er den Einfluss der Struktur von Finanzmärkten auf das Innovationssystem aufzeigt. Ein Verständnis von der Allokation finanzieller Ressourcen für Innovationen auf der sektoralen Ebene und Analysen über längere Zeithorizonte – entlang Industrie- und auch Produktlebenszyklen – fehlen. O'Sullivan (2006) präzisiert die Lücke, indem sie darauf hinweist, dass zwar über Finanzierung von Neugründungen und Wagniskapital, aber kaum über Fragen der Finanzierung bestehender Firmen, Diversifikationen, Spin-offs etc. geforscht wird.

Insbesondere im Rahmen der innovationsökonomischen Literatur wird auch auf wesentliche weitere **Barrieren** verwiesen, die über die „typischen" umweltökonomischen Argumentationen hinausweisen; es werden Informationsmängel, Unkenntnis, Unsicherheit sowohl bei möglichen Nachfragern als auch bei Investoren genannt – auch hier allerdings eher auf abstrakter Ebene, also ohne konkreten Bezug zu Innovationen und deren Finanzierung. Unteilbarkeiten (insbesondere bei großen Infrastrukturprojekten) sorgen darüber hinaus in vielen Fällen dafür, dass Investoren ihr Risiko nicht optimal streuen können (Hall 2002; Hall & Lerner 2010). Unbeabsichtigte Wissens-Spill-overs stellen eine weitere Barriere bzw. einen fehlenden Anreiz zur Finanzierung von Innovationen dar, da technologische Innovationen nie vollständig schützbar sind (Griliches 1992; Jaffe 1996). Weitere Barrieren beziehen sich auf **Pfadabhängigkeit** vorhandener technologischer Pfade und die fehlende Fähigkeit der Akteure, diese zu verlassen („Lock-in-Effekt"), sowie mangelnde Netzwerkbildung bzw. Kooperation zwischen den einzelnen Parteien im Innovationssystem (Fritsch 2010). Diese Barrieren führen zu strukturellen Lücken im **Innovationslebenszyklus** bzw. Innovationsprozess. In der frühen Phase existieren bspw. keine Märkte für Technologien (Harhoff 2011). Das Phänomen „Valley of Death", „Darwinian Sea" oder auch „Thin Markets" beschreibt solche Ineffizienzen bzw. Versagenszustände am Übergang zwischen angewandter Forschung und Kommerzialisierung (Auerswald & Branscomb 2003). Doch auch in anderen Phasen, wie z. B. dem Übergang von Grundlagen- zur angewandten Forschung und im Verlauf der Diffusion, können solche Friktionen bzw. Barrieren auftreten.

Beim Vorliegen solcher Barrieren oder einer Summe entsprechender Barrieren wird von **„Markt- oder Systemversagen"** gesprochen. Dementsprechend dienen diesbezügliche Analysen der Begründung des Eingreifens der Politik. Diese Zuweisung beruht in strengem Sinne auf der Annahme individueller Nutzenmaximierung, der Annahme der Rationalität der Akteure und gegebenen Präferenzen innerhalb gegebener Rahmenbedingungen. Aus einer prozessorientierten und damit dynamischen Innovationssystemperspektive wird der Wandel der institutionellen Rahmenbedingungen daher mit in die Analyse einbezogen, insofern diese Rahmenbedingungen zum Gegenstand der Politik gemacht werden können (Fritsch 2010; Peneder 2010). In noch weitergehenden Perspektiven können auch kulturelle Veränderungen der Präferenzen und Kompetenzen in die Analysen von Möglichkeiten und Grenzen des Wandels einbezogen werden.

(Ordnungs-)Politisch besteht die Problematik der Begründung für das Eingreifen und die Ausgestaltung der **Politik** in der Beurteilung der „angemessenen" Verteilung von Funktionen und Verantwortlichkeiten öffentlicher und privater Akteure. Abgesehen von Marktregulierungen i. S. der Internalisierung externer Kosten kann sich die öffentliche Hand dazu entschließen, Kosten und Risiken (der Forschung und der Umsetzung) gezielt zu übernehmen, um Innovationen zu fördern; andererseits darf sie dabei die privatwirtschaftliche Bereitschaft zur Finanzierung und Risikoübernahme von Innovationen nicht reduzieren oder gar verdrängen, vielmehr sollte diese vollumfänglich genutzt werden. So kann die Politik zwar mit der Stärkung der technologischen Fähigkeiten (in Form der Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten) oder auch mit entsprechenden Anreizen für Investoren einen Beitrag zu nachhaltigem wirtschaftlichen Wachstum leisten (Wonglimpiyarat 2011). Im Rahmen der Prüfung der Formen der öffentlichen Förderung oder Regulierung oder auch der institutionalisierten **öffentlich-privaten Zusammenarbeit** (PPP) (Hagedoorn *et al.* 2003) geht es aber immer auch darum, den privatwirtschaftlichen Handlungsspielraum auszuloten und den Anteil privater Forschung und Entwicklung sowie die Kommerzialisierungsleistung als eine wesentliche Möglichkeit zur Adressierung der Barrieren zu benennen bzw. zu prüfen. Dies gilt auch für Innovationen zum Klimaschutz (Dodgson *et al.* 2011; Hargadon 2010; Mowery *et al.* 2010). Effiziente Politikinterventionen setzen daher voraus, dass der Staat über adäquate Informationen verfügt: Dazu gehören z. B. Informationen zu den erforderlichen Ressourcen für die Schaffung neuer Technologien, zu den Handlungsspielräumen der privaten Akteure (und damit auch der privaten Finanzdienstleister), zur Förderwürdigkeit der einzelnen Forschungs- und Entwicklungsprojekte bzw. Technologien sowie zu den externen Effekten und weiteren volkswirtschaftlichen Wirkungen. Da diese Informationen nur schrittweise bzw. immer wieder neu generiert werden müssen und die Politik diesen neuen Informationen angepasst werden muss, wird als konzeptionelle Leitidee für diesen Adaptionsprozess u. a. das Konzept des „Adaptive Policy-Making" vorgeschlagen (Metcalfe 1995). Die Politik kann dabei, über den Abbau von Barrieren hinaus, auf die Schaffung nationaler **Leitmärkte** zielen (Beise & Rennings 2004; Meyer-Krahmer 2003) und damit auch der Wettbewerbsfähigkeit eines nationalen Innovationssystems im transnationalen Wettbewerb dienen (Steg 2005).

Im Hinblick auf die Allokation öffentlicher Mittel wie auch der Regulierung sind Fragen der Möglichkeiten und Grenzen der Übernahme von Kosten und Risiken durch die öffentliche Hand und damit auch nach der Bestimmung des – auch aus einer öffentlichen Sicht – „angemessenen" Rendite-/Risiko-Verhältnisses der Privaten, der quantitativen Analyse des Bedarfs an Finanzierung bzw. des Abgleichs von Angebot und Nachfrage von Kapital zur Finanzierung von Innovationen und ihrer Anwendung zu klären. Diese eher generellen oder strukturellen ökonomischen Fragestellungen erhalten angesichts des Klimawandels und der politisch gewünschten Beschleunigung des Klimaschutzes ihre besondere wohlfahrtsökonomische Relevanz.

Methodik

Es wurde eine Vielzahl qualitativer und quantitativer Untersuchungen (bibliometrische Analysen, semistrukturierte Experten-Interviews, standardisierte Befragungen, Datenbank- und Zeitreihenanalysen, empirische Kapitalmarktstudien, konzeptionelle Analysen und Literaturstudien) sowie verschiedene Experten-Workshops durchgeführt, um bestehende Forschungslücken bzw. diese Problematik zu adressieren.

4.3 Ergebnisse

Die Darstellung der zentralen Ergebnisse und Schlussfolgerungen der durchgeführten Studien ist in fünf Abschnitte gegliedert, die im Wesentlichen dem Innovationslebenszyklus folgen. Kapitel 4.3.1 behandelt Fragen der Generierung und Kommerzialisierung von Innovationen und Wissen, wie sie sich ausgehend von der Förderung der Innovationen zum Klimaschutz im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung ergeben. Im darauf folgenden Kapitel 4.3.2 geht es um die Entwicklung der Eigenkapitalfinanzierung von Unternehmen insbesondere in der frühen Phase. Kapitel 4.3.3 beschäftigt sich mit Fragen der Finanzierung der Anwendung von

Innovationen im Rahmen von größeren Energieerzeugungsprojekten. Da Klimaschutz notwendigerweise auch eine „Energiewende“ in Schwellen- und Entwicklungsländern erfordert, werden in Kapitel 4.3.4 exemplarisch auch entsprechende Finanzierungsfragen in diesen Ländern erörtert. Schließlich wird im Kapitel 4.3.5 die Kapitalmarktperspektive beleuchtet, da nur ein funktionierender Kapitalmarktzugang eine langfristig orientierte Finanzierung für Innovationen gewährleisten kann.

4.3.1 Generierung und Kommerzialisierung von Innovationen und Wissen

Einen wesentlichen Ausgangspunkt für Möglichkeiten, die konkrete Kopplung finanzwirtschaftlicher Überlegungen mit Innovationen zu analysieren, stellen die öffentlich geförderten Projekte im Rahmen der Hightech-Strategie und weiterer (technologischer) Initiativen der Bundesregierung zum Klimaschutz dar. Konkret geht es zunächst darum, aus einer innovationspolitischen Perspektive zu fragen, (a) in welcher Weise Finanzierungsfragen relevant sind und wie sie aufgegriffen werden (können) und (b) welche Herausforderungen, Barrieren und Hemmnisse Experten des öffentlichen und privaten Sektors mit Blick auf die Beschleunigung von Innovationen zum Klimaschutz sehen (Kap. 4.3.1.1). Exemplarisch wird die Kopplung zwischen öffentlicher und privatwirtschaftlicher Perspektive im Rahmen der LED-Leitmarktinitiative (Kap. 4.3.1.2) und, darauf aufbauend, im Hinblick auf die Entwicklung von Contracting-Modellen am Beispiel der öffentlichen Straßenbeleuchtung (Kap. 4.3.1.3) erörtert. Diese Darstellungen werden ergänzt durch Ergebnisse einer Studie zur Rolle der Finanzdienstleister als Informations-Intermediäre – also mit Blick auf ihre Rolle zur Diffusion von Wissen zum Klimaschutz (Kap. 4.3.1.4). Eine weitere Studie thematisiert die Absicherung von Preis- und Versorgungsrisiken i. S. eines Beispiels für die Rückkopplung von der Finanzierungsperspektive an die technische Forschung und die Innovationspolitik (Kap. 4.3.1.5).

4.3.1.1 Förderung von Innovationen zum Klimaschutz und Hemmnisse

Mit der Hightech-Strategie und weiteren Initiativen hat die Bundesregierung der besonderen Bedeutung und auch den spezifischen Herausforderungen seit dem Jahr 2007 Rechnung getragen und Forschung und Entwicklung von Innovationen zum Klimaschutz mit erheblichen öffentlichen Mitteln gefördert. Entsprechend haushaltsrechtlicher und beihilferechtlicher Regelungen werden die öffentlichen Mittel dabei je nach Marktreife bzw. Anwendungsnähe der geförderten Innovationen an einen unterschiedlich hohen Anteil der Beteiligung der privaten Wirtschaft gekoppelt: Der öffentliche Anteil reicht dementsprechend von 100 Prozent (reine Forschung) bis zur Förderung in einer frühen Anwendungsphase sowie im Rahmen spezifischer Innovations-Allianzen (20 Prozent). Diese Fördermaßnahmen beziehen sich auf verschiedene Innovations- und Anwendungsfelder unterschiedlicher wirtschaftlicher Sektoren (Chemie, Energie, Landwirtschaft, Mobilität etc.) wie z. B. Energieeffizienz, Energieerzeugung und -speicherung, weitere Technologien zur CO_2-Reduktion und -Nutzung, Werkstoffe oder Biotechnologie. Innerhalb der Forschungsverbünde wird in unterschiedlichen Akteurskonstellationen zwischen privater Wirtschaft und Forschungsinstituten sowie weiteren privaten und öffentlichen Institutionen und Ressorts (BMBF, BMELV, BMWi, BMU) kooperiert. Diese thematische und organisatorische Vielfalt ist ein wesentliches Charakteristikum der Innovationen wie auch der Innovationsförderung zum Klimaschutz. Von Bedeutung ist daher, zu klären, (a) welche Relevanz Finanzierungsfragen aus innovationspolitischer Sicht zukommt sowie (b) welche Barrieren und Hemmnissen zu überwinden sind und welche Herausforderungen sich daraus für die Beschleunigung von Innovationen zum Klimaschutz ergeben.

(a) Relevanz von Finanzierungsfragen aus innovationspolitischer Sicht
Finanzdienstleister sind an diesen Förderinitiativen, bis auf den High-Tech Gründerfonds, nicht direkt beteiligt; es sei denn, es handelt sich um Programme des Bundes bzw. der KfW (in der Kommerzialisierungs- und Diffusionsphase), die entsprechend dem Hausbankenprinzip von diesen an ihre Kunden vermittelt werden oder im Rahmen derer Beteiligungskapital zur Verfügung gestellt wird. Aus (politischen bzw. wohlfahrtsökonomischen) Gründen des Klimaschutzes ergibt sich im Fall von Innovationen zum Klimaschutz allerdings ein erhöhter Bedarf, gegebenenfalls weitere Maßnahmen zu ergreifen, die einen möglichst schnellen Übergang der Innovationen in die Kommerzialisierungs- bzw. Diffusionsphase – und d. h. eine privatwirtschaftliche Finanzierung – ermöglichen. Für die Realisierung der technologie- und sektorspezifischen Potenziale ist daher im Prinzip eine frühzeitige Identifikation spezifischer und prinzipieller – auch nicht genuin technischer – Hemmnisse erforderlich. Die Prüfung von Relevanz, Möglichkeiten und Zweckmäßigkeit der **Bearbeitung von Finanzierungsfragen** sowie der Möglichkeiten und Grenzen der **öffentlichen Förderung von Innovationen** in der frühen Phase wird damit zu einer zentralen Frage der Forschungs- und Innovationspolitik. Im Rahmen des CFI-Projekts wurde daher eine Analyse der Dokumente der geförderten Innovationen, Experten-Interviews sowie ein Workshop (März 2013) mit den Verantwortlichen der Projektträger der o. g. Fördermaßnahmen (DLR, VDI, PTJ, KIT, VDI / VDE-IT, TÜV) durchgeführt (Polzin & von Flotow 2013).

Insgesamt zeigt sich, dass die Verantwortlichen der Projektträger teilweise sehr gute Einblicke in Finanzierungsfragen und weitere Aspekte der Kommerzialisierungsphase haben, auch wenn die Beobachtung und Bearbeitung dieser Fragen nicht in ihren zentralen Verantwortungsbereich gehört. Es ergeben sich folgende Einschätzungen:

Die Relevanz von Finanzierungsfragen im Rahmen der Fördermaßnahmen hängt zunächst stark von den **Charakteristika der einzelnen Innovationsfelder** bzw. der Marktreife der zugrunde liegenden Technologien ab. Fördermaßnahmen, die sich auf Innovationen mit System- oder Infrastrukturbezug (Elektromobilität, Smart Grids) beziehen, solche, die auf die Entwicklung neuer Märkte zielen (Biotechnologie), oder solche, in denen es um marktreifere Innovationen mit starker Anwendungsorientierung geht, weisen tendenziell eine stärkere Berührung mit Kommerzialisierungs-/Finanzierungsfragen auf. Auch die **Akteurskonstellation** hat einen wesentlichen Einfluss auf die Relevanz und die Möglichkeiten der Reflexion und Berücksichtigung von Finanzierungsfragen. So wirkt die Präsenz von KMU, nichtmarktlichen Stakeholdern und Verbänden offenbar als treibende Kraft für das Aufgreifen von Fragen der Finanzierung. Auch die zur Verfügung stehenden **innovationspolitischen Instrumente** üben einen Einfluss auf die Relevanz von Finanzierungsfragen aus.

Die spezifischen institutionellen und ökonomischen **Rahmenbedingungen** des Innovationsprozesses bzw. Anwendungsfelds (ihrer Ausprägung, Stabilität bzw. Vorhersagbarkeit) werden zwar teilweise auch im Rahmen technisch ausgerichteter Fördermaßnahmen wahrgenommen. Weiterhin gibt es generell ein klares Bewusstsein für die Relevanz dieser Rahmenbedingungen für die Investitionsentscheidungen der Unternehmen. Die spezifischen Rahmenbedingungen der Finanzmärkte, ihre Wechselwirkung mit dem Verhalten der Finanzdienstleister und die Auswirkungen auf die Innovationsfinanzierung werden bisher allerdings kaum adressiert bzw. wahrgenommen.

Ob und in welchem Maße aufgrund der (externen) Umfeldfaktoren oder der Erwartung bzw. Beobachtung von Hemmnissen der Anwendung der Ergebnisse von technischen Fördermaßnahmen Konsequenzen (i. S. eines Innovationslebenszyklus-Managements) gezogen werden,

ist allerdings sehr unterschiedlich. Eine wesentliche Rolle spielt daher das **Mandat bzw. Rollenverständnis der Akteure** auf der Seite der beteiligten Projektträger und Ressorts. Teilweise besteht ein eindeutiges Mandat, die Perspektive auch auf Kommerzialisierung und Diffusion auszurichten, teilweise entwickelt sich das Verständnis, dass es relevant ist, über die zentrale technische Kernkompetenz (für spezifische Technologiefelder) hinaus weitere Kompetenzen i. S. einer Markt-/Politik-Kompetenz oder eines „ganzheitlichen Innovationsfeld-Managements" entlang des Innovationslebenszyklus aufzubauen bzw. hinzuzuziehen.

Im Sinne einer solchen Erweiterung der Perspektive auf die Kommerzialisierung und Anwendung wird z. T. ein Engpass mit Bezug auf die Finanzierung von **Demonstrations- und Pilotprojekten und generell bei innovativen KMU** gesehen. Allerdings wird auch darauf verwiesen, dass das öffentliche Mandat aus haushalts- und beihilferechtlichen Gründen Grenzen der Förderung der privaten Wirtschaft beim Übergang in die Marktphase unterliegt. Teilweise weisen die Projektträger auch auf den Mangel an **Wagniskapital** hin, da u. a. die Möglichkeiten des High-Tech Gründerfonds begrenzt sind und nicht in weitere Finanzierungsrunden der frühen Wachstumsphase hineinreichen.

Abgesehen von diesen Finanzierungslücken wird angemerkt, dass es sinnvoll sein könne – auch im Rahmen von eher technischen Fördermaßnahmen bzw. in Ergänzung dazu –, innovations- und anwendungsorientierte **ökonomische Analysen** zu marktlichen, gesellschaftlichen und weiteren Rahmenbedingungen, Hemmnissen und Potenzialen sowie Szenarien und mehrdimensionale Roadmaps etc. durchzuführen und auch die Entwicklung von institutionellen Vorschlägen zu erarbeiten. Dazu gehört es auch, dass z. T. vorgeschlagen wird, mehr Kapazität in die frühzeitige **Kommunikation** technischer Forschungsergebnisse (für einen Übergang in die Markt- und Finanzierungsphase) und in die verbesserte Vernetzung der Akteure, also die Senkung von Informations- und Transaktionskosten zu investieren.

(b) Barrieren und Hemmnisse von Innovationen zum Klimaschutz

Für die Einschätzung der Finanzierungshemmnisse in der frühen Phase sind innerhalb des Finanzsektors insbesondere die Investoren von Wagnis- und Beteiligungskapital von besonderer Bedeutung. Neben den Interviews und dem Workshop mit den o. g. Experten der Projektträger wurden daher Interviews und Workshops zu Bedarf und Verfügbarkeit von Wagnis- und Beteiligungskapital mit relevanten Verbänden (u. a. BVK und seinen Mitgliedern) und weiteren Mitgliedern des „Finanz-Forum: Klimawandel" in 2008 und 2010 sowie semistrukturierte Interviews in den USA und Europa (insbesondere Deutschland und Großbritannien) mit (institutionellen) Investoren, Cleantech-Unternehmen und weiteren Experten (im Zeitraum von November 2011 bis Juni 2012) durchgeführt. Diese Expertise der privaten Akteure ergänzt die der Projektträger.

Es lassen sich zusammenfassend eine Reihe von Barrieren und Hemmnissen von Innovationen zum Klimaschutz benennen, die private Unternehmen bzw. die finanzierenden Investoren und Kreditinstitute von einer Finanzierung abhalten (können): Die **Barrieren und Hemmnisse** sind teilweise genuin technisch bedingt, teilweise sind sie das Resultat der Abhängigkeit von politischen Maßnahmen bzw. Regulierungen.

Zu den eher technisch bedingten Hemmnissen werden u. a. gezählt:

- ein hoher Kapitalbedarf (bereits vor der Marktreife bzw. Serienfertigung (für Entwicklung, Demonstrationsanlagen, Pilotanwendungen)),
- lange Entwicklungs- bzw. Amortisationszeiten,
- langsame Marktdurchdringung und z. T. mangelnde (schnelle) Skalierbarkeit,
- große Abhängigkeit von (öffentlichen) Infrastrukturen bzw. Systeminnovationen und Investitionszyklen anderer Branchen sowie
- Pfadabhängigkeiten aufgrund vergangener Subventionen in fossile Technologien.

Zu diesen Hemmnissen treten weitere ökonomische und institutionelle hinzu. Genannt werden insbesondere:

- hohe Abhängigkeit von (nationalen und internationalen) Rahmenbedingungen (Klima-, Energie-, Finanzmarktpolitik etc.) – und das damit verbundene Risiko der Änderung entsprechender Rahmenbedingungen (Regulierungen und Subventionen) sowie
- Änderungen (globaler) Energie- und Rohstoffpreise, die ihrerseits nicht zuletzt durch politische Rahmenbedingungen beeinflusst werden.

Zu diesen ökonomischen und institutionellen Hemmnissen werden des Weiteren die Informations- und Transaktionskosten gezählt, die zwar einerseits ein „normales" Problem des Übergangs von Innovationen vom Entwicklungsstadium in die Anwendung darstellen, die aber vor dem Hintergrund der oben beschriebenen Komplexität bzw. Wechselwirkungen ein besonderes Gewicht erhalten.

(c) Fazit

Zu der besonderen (ökonomischen) Relevanz von Innovationen zum Klimaschutz für die weitere wirtschaftliche Entwicklung treten spezifische Barrieren und Hemmnisse hinzu, die der (privatwirtschaftlichen) Finanzierung des Innovationsprozesses im Wege stehen. Daraus ergeben sich erhebliche Herausforderungen für die Politik, die Effizienz und Effektivität der Forschungs- und Innovationspolitik i. S. der Verwendung öffentlicher Gelder und der Regulierung der Märkte abzuschätzen. Dementsprechend besteht ein hoher Bedarf an der schnellen Generierung von Erfahrungswissen zu der Kommerzialisierung bzw. Finanzierung von Innovationen zum Klimaschutz sowie zur Diffusionsphase und den entsprechenden Hemmnissen.

Des Weiteren ergibt sich ein hoher Bedarf, dieses Erfahrungswissen so aufzubereiten, dass es die **Investoren und Kreditinstitute** bei der Erwartungsbildung unterstützt, die (zukünftigen) Risiken und Marktpotenziale dieser Technologien angemessen zu beurteilen. Teilweise handelt es sich um die Herausforderung, Informations-Asymmetrien zu überwinden, teilweise aber auch um fundamentale ökonomische und institutionelle Barrieren.

In der Summe ergeben sich daraus Herausforderungen für die Innovationen zum Klimaschutz, die als größer angesehen werden als die Herausforderungen für viele andere Innovationsfelder. Dabei handelt es sich um Innovationen mit einer sehr viel kürzeren Amortisationszeit der Aufwendungen für Forschung und Entwicklung und niedrigeren Anfangsinvestitionen, wie bspw. E-Commerce, New Media etc. Aber die Herausforderungen werden auch als wesentlich größer eingeschätzt als diejenigen anderer forschungs- und kapitalintensiver industrieller Verfahrens- und Produktinnovationen, die weniger system- bzw. infrastrukturabhängig und weniger abhängig von einer Änderung politischer Rahmenbedingungen sind. Die Entwicklung der Wagnis- und Beteiligungskapital-Investitionen zeigt, dass die Erwartungen bzgl. des Erfolgs zukünftiger Investitionen im Bereich Klimaschutz in den letzten Jahren zunehmend von der Wahrnehmung dieser Hemmnisse und ihren Herausforderungen geprägt ist (vgl. Kap. 4.3.2).

4.3.1.2 Fallbeispiel LED-Leitmarktinitiative: Kommunikation über den gesamten Innovationslebenszyklus

Eine Kopplung technologischer und ökonomischer Fragestellungen inkl. der Klärung von Finanzierungsaspekten erfolgt z. B. im Rahmen der LED-Leitmarktinitiative für die Lichtindustrie und ihre Anwender. Die LED-Technologie ermöglicht u. a. erhebliche Verbesserungen der Energieeffizienz. Das SBI hat diese Initiative insbesondere aus einer Finanzierungsperspektive mit konzeptionellen Beiträgen und der Entwicklung von Contracting-Verträgen sowie einem Risikomodell (vgl. Kap. 4.3.1.3) unterstützt.

(a) BMBF-initiierte Förderung und Leitmarktinitiative

Die in Deutschland traditionell starke Lichtindustrie ist gefordert, die fundamentale technologische und wirtschaftliche **Herausforderung** des Wandels der Beleuchtungstechnologie hin zur Verwendung von LED zu bewältigen. Zugleich ist sie geprägt von kleinen und mittelständischen, zum Teil forschungsschwachen und wenigen großen forschungsstarken Unternehmen. Das BMBF hat den Prozess des technologischen Wandels wegen der hohen wirtschaftlichen Bedeutung der Lichtindustrie und der erheblichen technologischen Herausforderungen von Beginn an und ab 2006 verstärkt im Bereich Allgemeinbeleuchtung mit dem Ziel unterstützt, in Deutschland das Potenzial einer Technologieführerschaft und eines Leitmarkts im globalen Wettbewerb zu fördern. Zu Beginn des Jahres 2009 hat das BMBF zudem zur Verbesserung der Interaktion zwischen verschiedenen Partnern die **LED-Leitmarktinitiative** ins Leben gerufen, ein Dialogforum mit mittlerweile drei Ressorts (BMBF, BMU (seit 2012), BMVBS (seit 2012)), unter Einbeziehung weiterer öffentlicher Akteure (DStGB, BImA (seit 2012) und KfW (seit 2012)), privater (ZVEI, Hersteller) und wissenschaftlicher Akteure (u. a. TU Berlin, TU Darmstadt, SBI) sowie zeitweise weiteren Verbänden und Contractoren. Fallweise wurden und werden weitere kooperierende Partner hinzugezogen (z. B. die dena, die insbesondere einen wesentlichen Beitrag zur Kommunikation in der Breite leistet). Die Zusammenarbeit über den gesamten **Innovationslebenszyklus** hinweg dient dem Abgleich der Erwartungen und der Definition der privaten und öffentlichen Handlungsbedarfe, die zu einer beschleunigten Generierung und zugleich der Kommerzialisierung und Diffusion der LED-Technologien bzw. ihrer Anwendungen beitragen können.

Zum Start der Initiative 2009 standen u. a. die relativ hohen Kosten der Anfangsinvestition, die geringe Anwendungserfahrung, die Unsicherheit bzgl. der Lichtqualität und der zu erzielenden Einspareffekte, damit auch Unsicherheiten bzgl. der Amortisation der vergleichsweise hohen Investition, der Mangel an Standards und teils noch erhebliche technische Risiken (insbesondere im Hinblick auf die Qualität der Innenbeleuchtung) der schnellen Diffusion der LED-Anwendung im Wege. Zugleich sah sich die deutsche Lichtindustrie einem erheb-lichen, bisher unbekannten Wettbewerb durch Importe internationaler Anbieter auf dem deutschen Heimatmarkt ausgesetzt. Teilweise war der Markt auch durch negative Erfahrungen auf Basis schlechter Qualität verunsichert, etwa durch qualitativ unbefriedigende sogenannte „Retrofits“. Zur Bestandsaufnahme und Ableitung von Maßnahmen diente ein vom SBI in Zusammenarbeit mit dem Projektträger VDI, dem BMBF und dem ZVEI ausgerichteter **Konzept-Workshop „LED-Leitmarkt gemeinsam entwickeln“** im August 2009, auf dem u. a. aus der Finanzierungsperspektive die Entwicklung eines herstellerübergreifenden Risikomanagement-Modells und die Entwicklung von Contracting-Modellen zu den vorgeschlagenen Maßnahmen gehörte (von Flotow *et al.* 2009).

Ideen- und Konzept-Workshop „LED-Leitmarkt gemeinsam entwickeln“
Frankfurt, August 2009

Die Konferenz brachte erstmals ca. 200 Akteure der gesamten LED-Wertschöpfungskette (Hersteller, Planer, Facility-Manager, Anwender (Kommunen etc.), Contractoren, Finanzdienstleister etc.) zusammen. Zu den Vortragenden gehörten u. a.: Bayern Facility Management GmbH, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Chartline GmbH, Commerz Real, ESCO Forum, FH Südwestfalen, MPW, ÖPP Deutschland AG, OSRAM Opto Semiconductors GmbH, Philips GmbH, Seitz and Partners, Siteco GmbH, Stadtwerke Hannover AG, TU Berlin, Zumtobel AG, ZVEI.

(b) Fall „Kommunale Straßenbeleuchtung“

Vor dem Hintergrund des Stands der Technik und der o. g. Herausforderungen in der frühen Kommerzialisierungsphase hat das BMBF im Jahr 2009 parallel zur Gründung der LED-Leitmarktinitiative mit der Förderinitiative „Kommunen im neuen Licht“ einen ersten Impuls zu großen Anwendungsprojekten in der kommunalen Beleuchtung und darüber hinaus gesetzt. Die Anwendung der LED-Technologie bietet in der öffentlichen Straßenbeleuchtung **Einsparpotenziale** von bis zu 80 Prozent, abhängig von den bereits installierten Leuchtensystemen. Das BMBF ermöglichte mit dem Wettbewerb „Kommunen in neuem Licht“ die Realisierung von Best-Practice-Projekten bei der kommunalen Straßenbeleuchtung sowie z. T. bei der Innenbeleuchtung (vgl. Abschlussbericht „EvalKomm“ (BMBF 2013)). Aufbauend auf diesen ersten kommunalen Erfahrungen konnte das Förderprogramm der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) – federführend das BMU – die Nachfrage nach innovativer LED-Technologie auf der kommunalen Ebene forcieren und so die Anwendung der LED vorantreiben. Diese öffentlichen Maßnahmen wurden u. a. unterstützt durch weitere Instrumente, wie z. B. einen Beleuchtungskataster, eine Bewertungsmatrix und eine Checkliste für LED, den „Lotsen Straßenbeleuchtung“ und den „Lotsen Innenbeleuchtung“ der Deutschen Energie-Agentur (dena).

4.3.1.3 Contracting-Modelle für die kommunale Straßenbeleuchtung

Die Realisierung der durch die LED in der kommunalen Außenbeleuchtung erzielbaren Einsparpotenziale (s. o.) hat bundesweit ein auch ökonomisch relevantes Volumen von ca. 2 Mrd. kWh bzw. 400 Mio. EUR pro Jahr. Allerdings erfolgen die erforderlichen Investitionen nicht im erhofften und erwarteten Umfang; dieser Modernisierungsstau ist nicht zuletzt durch die angespannte Haushaltslage der Kommunen bedingt.

Nicht nur bei den LED, sondern auch in vielen weiteren Wertschöpfungsketten ist die absolute Höhe der Anfangsinvestition ein Hemmnis für Energieeffizienz-Investitionen. Damit wird die Frage relevant, ob und inwieweit solche Hemmnisse mit der Entwicklung von Contracting- und Leasing-Geschäftsmodellen überwunden werden können. Beim Contracting übernimmt ein externer Dritter oder der Hersteller die Bereitstellung (Beschaffung), Finanzierung und den Betrieb der Anlagen auf eigenen Namen und auf eigene Rechnung (Übernahme des wirtschaftlichen und verbleibenden technologischen Risikos über eine bestimmte Laufzeit). Die Amortisation der Investition des Contractors erfolgt über ein kontinuierlich zu entrichtendes Entgelt („Contracting-Rate"). Damit entlastet der Contractor den Kunden im Hinblick auf die Refinanzierung der Investition und im Hinblick auf das Risiko.

Die Vorteilhaftigkeit von solchen Verträgen auf Basis der Kombination von Produkt und Dienstleistungen (Refinanzierungsmöglichkeiten, Wartung, Energieeinspargarantie oder auch Energieeinkauf) sowie des entsprechenden Know-hows aufseiten der Anbieter (der Hersteller und Contractoren), diese Leistungen auch tatsächlich zu realisieren, ist allerdings keine Selbstverständlichkeit. Sie muss für die verschiedenen Anwendungstypen und auch jeweils für den Einzelfall geprüft werden.

Auf Basis einer generellen Vorprüfung der Plausibilität und der prinzipiellen Bereitschaft hat das SBI mit dem Deutschen Städte- und Gemeindebund (DStGB) und dem Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) exemplarisch für den Anwendungsfall der kommunalen Straßenbeleuchtung zwei Contracting-Vertragsmuster entwickelt, die jeweils Energieeinspargarantien mit einem **Finanzierungs-Contracting** und einem **Liefer-Contracting** kombinieren (vgl. LED-Leitmarktinitiative, s. o.). In der Variante „Finanzierungs-Contracting" übernimmt der Contractor nicht den Stromeinkauf für Beleuchtungszwecke. In der Variante „Liefer-Contracting" ist dies Vertragsbestandteil (vgl. Vertragsmuster inkl. Einleitung (Klemm 2012a, b, c) und rechtliche Gutachten zu eigentumsrechtlichen Aspekten der öffentlichen Straßenbeleuchtung (Stieper 2012) sowie umsatzsteuerlichen Aspekten der Endschaftsklausel (Birkenfeld 2012)). Der Anbieter des Contracting trägt jeweils das mit der **Energieeinspargarantie** verbundene Risiko. Die Entwicklung eines solchen Vertragsmusters schien plausibel, weil mit einem solchen Muster erhebliche Transaktionskosten für die interessierten Kommunen eingespart werden können. Auch dies ersetzt die Prüfung und Anpassung im Einzelfall nicht. Ob das Modell Erfolg haben wird, hängt von einer Reihe von Bedingungen ab, wie z. B. der Entwicklung der Stromkosten für die Straßenbeleuchtung, der Entwicklung der Finanzierungsmöglichkeiten der Kommunen, der Risikoeinschätzung und Risikobereitschaft der Hersteller, der Bereitschaft der Kreditinstitute zur Refinanzierung solcher Contracting-Modelle etc. Erst die weitere Kommunikation und das Monitoring werden zeigen, ob bzw. in welcher Weise diese Modelle aufgegriffen werden und einen Beitrag zur Beschleunigung der Anwendung bieten können.

Im Rahmen von Contracting-Modellen übernehmen Hersteller typischerweise Garantien und die damit verbundenen Risiken, die über die üblichen Garantiezeiten hinausreichen. Insbesondere in der Phase, in der noch keine Langzeiterfahrung vorliegt, sind damit erhebliche Herausforderungen für das Risikomanagement verbunden. Zur Unterstützung des Risikomanagements hat das SBI daher 2010 gemeinsam mit einer Gruppe von Herstellern und dem ZVEI ein Risikomodell für Komponenten der LED-Straßenbeleuchtung (LED, EVG, Gehäuse, Optik, Beleuchtungsanlage), Einflussfaktoren und Wechselwirkungen entwickelt, um einen schnellen Erfahrungstransfer zwischen den Herstellern zu erleichtern. Ein solches Vorgehen dient

der Senkung der (Risiko-)Kosten, der Verbesserung der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements, unterstützt die Entwicklung technischer Standards sowie das Innovationsmanagement bzw. den Forschungs- und Entwicklungsprozess. Solche Verfahren können auch der Vorbereitung von Versicherungslösungen dienen. Seit 2013 werden erste Versicherungen für LED-Performance-Garantien angeboten.

4.3.1.4 „Klimaschutz-Kompetenz": Finanz-Intermediäre als Informations-Intermediäre

In den Phasen der Kommerzialisierung und Diffusion besteht eine der wesentlichen Herausforderungen darin, Wissen zum Klimaschutz (i. S. marktreifer technischer Lösungen) schnell und effizient in der Wirtschaft zu verbreiten, um die Anwendung zu beschleunigen. Im Rahmen des CFI-Projekts wurden daher exemplarisch Geschäftskunden und private Immobilienbesitzer im Rahmen einer repräsentativen Marktforschungsstudie nach ihren Informationsbedarfen und ihren Erwartungen an Finanzdienstleister befragt (von Flotow & Rodler 2013; von Flotow 2010, 2012). Es zeigte sich, dass die Befragten ihre Finanzdienstleister (Versicherer und Kreditinstitute) über deren Finanzierungs- und Versicherungsfunktion hinaus auch (mehr, als zu erwarten war) als Informations-Intermediäre im Hinblick auf Energieeffizienz-Maßnahmen und erneuerbare Energien sehen.

Geschäftskunden
Von einer deutlichen Mehrheit der befragten Geschäftskunden wird die Relevanz des Themas Klimaschutz mit 76 Prozent als „sehr wichtig" erachtet. Zudem konnte durch die Befragung aufgezeigt werden, dass fast zwei von drei Unternehmen (61 Prozent) bereits heute Klimaschutz-Aspekte bei Finanzierungen und Investitionen berücksichtigen. Zugleich wird nach eigenen Einschätzungen der Geschäftskunden der eigene Informationsstand bzgl. des Themas Klimaschutz von nur etwa einem Drittel (34 Prozent) mit „sehr gut" bewertet. Fast jeder dritte Geschäftskunde (27 Prozent) interessiert sich dafür, im Rahmen einer Kreditvergabe über Möglichkeiten zur Senkung des Energieverbrauchs und der Nutzung von erneuerbaren Energien informiert und beraten zu werden. Für die Umstellung auf erneuerbare Energien und die Steigerung der Energieeffizienz ist häufig Expertenwissen notwendig, das von externen Energieberatern zur Verfügung gestellt wird. Finanzdienstleister haben hier die Möglichkeit, als Vermittler und Multiplikator zu agieren, da sie nicht selbst in eigener Sache beratend tätig werden können.

Private Immobilienbesitzer
Das Thema Klimaschutz bzw. der Energieverbrauch der eigenen Immobilie ist für die Hälfte der Befragten „sehr wichtig". Und ein Viertel der Befragten hält es für „sehr wichtig", dass sich Banken und Sparkassen (26 Prozent), Fondsgesellschaften (21 Prozent) und Versicherer (20 Prozent) selbst aktiv z. B. im Sinne von Energieeinsparungen im Klimaschutz engagieren. Auf die Frage, ob sie im Rahmen des Beratungsgesprächs zur **Finanzierung** ihrer Immobilie über bestimmte Themen zum Klimaschutz informiert werden möchten, geben jeweils etwa zwei Drittel der Befragten an, dass sie sowohl Informationen zu Energieeinsparmöglichkeiten (68 Prozent) und Informationen über Förderprogramme zur Energieeffizienz (63 Prozent) als auch Informationen zur Nutzung und Förderung erneuerbarer Energien (62 Prozent) wünschen. Informationen zu Versicherungsoptionen bezüglich technischer Anlagen zur Energieversorgung finden rund 40 Prozent der Befragten „sehr interessant".

Fazit

Die Finanzdienstleister haben ihre „**Klima(schutz)-Kompetenz**“ (im Hinblick auf Geschäftskunden, private Immobilienbesitzer, Kommunen und Bürger) insbesondere dahingehend aufgebaut, dass sie Investitionen in erneuerbare Energien, entsprechende Projekte, Energiegenossenschaften etc. nicht zuletzt i. S. einer „Energiewende von unten“ finanzieren und versichern können, Förderprogramme der KfW aktiv durchleiten und teilweise auch auf Energieberater verweisen. Im Rahmen der Stellungnahme zu den Ergebnissen der o. g. Studien sowie im Rahmen des Memorandums haben Mitglieder des „Finanz-Forum: Klimawandel“ (2011) darauf hingewiesen, dass sie diese doppelte Rolle als Finanz- und Informations-Intermediäre stärken und ihren Kunden als Partner gegenübertreten wollen. Die Dialoge haben zudem aufgezeigt, dass eine Lücke seitens der Kreditinstitute selbst derzeit insbesondere im Hinblick auf die Adressierung von **Energieeffizienz**-Investitionen und die Möglichkeiten ihrer Finanzierung gesehen wird. In dieser Hinsicht könnten die Kreditinstitute als Informations-Intermediäre und Multiplikatoren aber auch mit der Entwicklung bzw. Anpassung entsprechender Finanzierungsleistungen einen zusätzlichen Beitrag leisten.

4.3.1.5 Absicherung von Preis- und Versorgungsrisiken

Unabhängig von einer konkreten Förderinitiative wurde im Rahmen des CFI-Projekts eine wesentliche Fragestellung der technischen Forschung und Entwicklung im Bereich neuer Materialien aus einer Finanzierungsperspektive aufgegriffen: Die Hinwendung der deutschen Industrie zu Innovationen zum Klimaschutz hat u. a. eine sich klar abzeichnende, auch technologische **Umstrukturierung der Wertschöpfungsketten** zur Folge. Dies gilt insbesondere für hochintegrierte Produkte, wie bspw. im Bereich der Elektromobilität, wo viele Materialen im Verbund zum Einsatz kommen. Im Vergleich zu bisherigen Produkten werden zum Teil andere und gänzlich neue Materialien als Input-Faktoren benötigt, die Fragen zur Versorgungs- und Preissicherheit in neuem Licht erscheinen lassen. **Klassische Absicherungsstrategien** wie langfristige Lieferverträge und die Diversifikation der Lieferquellen funktionieren nicht in allen Bereichen befriedigend. Insbesondere bei der Stoffgruppe der Lanthanoide (auch als „Seltene Erden“ bezeichnet), aber auch bei bestimmten anderen Stoffen ist die Absicherung von Preis- und Beschaffungsrisiken in den Fokus vieler Unternehmen und Konzerne gerückt.

Am Beispiel Seltener Erden wurde von Babl und Schiereck (2012) untersucht, ob und wie Preis- und Versorgungsrisiken begegnet werden kann. Hierzu wurden auf der Basis von wöchentlichen Preis- und Handelsdaten die stochastischen Preisprozesse modelliert, die die Grundvoraussetzung bilden, um (optimale) Hedging-Strategien mit derivativen Finanzinstrumenten ableiten zu können. Die Ergebnisse dieser Analysen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Für alle Preisprozesse von Seltenerdmetallen liegen gegenwärtig noch unvollständige Märkte vor. Das bedeutet, dass ein Marktteilnehmer, der sich in einen solchen Markt begibt, mögliche Verbindlichkeiten eingeht, die unmittelbar vom Kurs des Rohstoffs abhängen und die nicht oder nur sehr schlecht abschätzbar sind. Technisch gesprochen bestehen zu jedem Handelszeitpunkt wesentlich mehr Eventualverbindlichkeiten für den Marktteilnehmer, als durch Finanzprodukte (z. B. Kaufoptionen) abgedeckt werden können. Rationale Finanzmarktakteure bieten hier entweder überhaupt keine oder nur prohibitiv teure Absicherungsprodukte an. Denn in unvollständigen Märkten helfen die üblichen Optionspreismodelle nur begrenzt bei der Berechnung fairer Optionsprämien.

- Für viele Cleantech-Anwendungen besteht dadurch das am Finanzmarkt nicht absicherbare und kaum kalkulierbare Risiko, dass Preissprüngen bei diesen Inputfaktoren nicht adäquat begegnet werden kann (schlechte bzw. nicht vorhandene Absicherungsmöglichkeiten).

- Da die Preisprozesse überwiegend durch diskontinuierliche Sprünge charakterisiert sind, die vor allem auf sehr illiquiden Märkten auftreten, kann evtl. durch eine Verbesserung der Handelbarkeit (Aufbau eines Börsenhandels) mittelfristig der Marktunvollständigkeit entgegengewirkt werden. Da die Preisrisiken auch für die Produzenten bestehen, dürfte ein bilaterales Interesse an der Reduktion des Problems bestehen.

- Bis ein solcher organisierter Handel aufgenommen ist, sollte die deutsche Industrie alternative Strategien wie Recycling, Substitution und Vermeidung der Stoffe bereits durch Forschung und Entwicklung sowie Produktdesign berücksichtigen. Aber auch europäisch koordinierte Lösungen, wie bspw. strategische Lagerhaltung und koordinierte Lieferabstimmung, sind denkbar.

Es zeigt sich, dass gängige Lösungen bisheriger Strukturen, wie langfristige Lieferverträge oder OTC-Kontrakte (außerbörsliche Termingeschäfte), ihre Wirkung verfehlen werden, weil die Märkte zu illiquid sind, Länderrisiken bestehen oder die Nachfrage nach den Rohstoffen das Angebot massiv übersteigt. **Politische Lösungen** können bspw. für mehr multilateralen Handel sorgen und durch strategische Lagerhaltung Engpässe entschärfen. Unternehmen müssen die technische Skalierbarkeit der Produkte prüfen, evtl. Substitute und Recycling-Lösungen finden und einen viel stärkeren Fokus auf das Risikomanagement im Einkauf legen. Unternehmen können gegenwärtig nicht damit rechnen, dass ihnen vom Finanzdienstleistungssektor Produkte angeboten werden, um diesen Risiken frühzeitig begegnen zu können. Finanzdaten können zwar neben strategischen Überlegungen ein hilfreicher Indikator für künftige Knappheiten sein, aber es sollten in Deutschland angesichts der unbefriedigenden Risikosituation Technologien zur Substitution und zum Recycling dieser Rohstoffe eine hohe Priorität genießen. Auf internationaler politischer Ebene sollten Bestrebungen zum Frei- und börsengestützten Handel solcher Stoffe unterstützt werden, durch die die Entwicklung von finanzwirtschaftlichen Absicherungsprodukten ermöglicht wird, und innerhalb der EU sollte über strategische Lagerhaltung nachgedacht werden.

4.3.1.6 Schlussfolgerungen

Die **Forschungspolitik** fokussiert sich bisher, ihrer historischen Entwicklung aus der Wissenschafts- und Technologiepolitik entsprechend, im Wesentlichen auf die technologische Forschung zur Generierung von Innovationen im Rahmen von risikobehafteten Forschungs- und Entwicklungsprozessen in öffentlichen und privaten Organisationen. Tendenziell ist auf der Grundlage der Analysen der Bedarf zu sehen, die Perspektive und den Zeithorizont auf die Phase der Kommerzialisierung und Diffusion zu erweitern: Dazu kann Forschung zu **ökonomischen und institutionellen Fragen** und insbesondere zu Finanzierungsfragen (im jeweiligen Innovationskontext entlang des Technologie- und Industrielebenszyklus) beitragen. Dazu kann auch gehören, das Design entsprechender **politischer Maßnahmen** und systemischer Innovationen stärker in den Forschungsprozess zu integrieren. Dies kann dazu beitragen, die **Finanzierungslücken** insbesondere in der frühen Kommerzialisierungs- und Wachstumsphase zu adressieren und spezifische Programme zur Innovations-Finanzierung (für KMU oder für einzelne Innovati-

onsfelder) und entsprechende Geschäftsmodelle zu entwickeln (vgl. dazu auch Kapitel 4.3.2). Nicht zuletzt gehört es zu einer solchen erweiterten Perspektive auch, die **Kommunikation** von Ergebnissen der technischen Forschung breiter anzulegen.

Die Zusammenarbeit innerhalb der **LED-Leitmarktinitiative** und insbesondere die Erarbeitung von **Contracting-Modellen** sowie die Entwicklung eines **LED-Risikomodells** kann als Beispiel dafür dienen, wie aus einer frühzeitigen Adressierung von potenziellen Hemmnissen und Finanzierungsfragen Beiträge zum Innovationsprozess geleistet werden können. Zudem zeigt das Beispiel ganz generell die Zweckmäßigkeit von längerfristigen spezifischen Dialogplattformen mit einer Reihe von marktlichen und nichtmarktlichen, privaten und öffentlichen Stakeholdern sowie Wissenschaftlern. Eine entsprechende Kombination von Kompetenzen und Interessen ist dazu geeignet, technische und marktliche Innovationshemmnisse entlang des **Innovationslebenszyklus** frühzeitig zu adressieren, Maßnahmen anzustoßen und Ergebnisse der Interventionen gemeinsam zu diskutieren. Die Entwicklung entsprechender öffentlicher und privater Maßnahmen (Fördermaßnahmen, technische Forschung, Umsetzung von Pilotprojekten, Geschäftsmodell-Innovationen etc.) erfordert nicht nur Kreativität, sondern auch erhebliche Zeit, gerade wenn es gilt, eine Reihe von öffentlichen und privaten Partnern in einen konsensualen Prozess einzubeziehen. Kontinuierlich arbeitende Dialogplattformen können die Informations- und Transaktionskosten entsprechender Koordinierungen entlang des Innovationslebenszyklus wesentlich reduzieren und zur Beschleunigung beitragen.

Die Studie zu **Geschäftskunden und privaten Immobilienbesitzern** zeigt am Beispiel zweier Teilmärkte, dass die Finanzierungsfunktion der Finanzdienstleister mit einer Informationsfunktion verschränkt ist und die Finanzdienstleister als **Finanz- und Informations-Intermediäre** gefordert sind. Sie hat damit ermöglicht, „Klimakompetenz“ als eine relevante Kompetenz zu benennen, die die Finanzdienstleister dazu befähigt, den Kunden im Rahmen der Möglichkeiten und Grenzen des Geschäftsauftrags von Kreditinstituten und Versicherern als Partner gegenüberzutreten.

Die Studie zur Absicherung von **Preis- und Versorgungsrisiken** zeigt exemplarisch, wie sich aus einer Analyse der Handlungsmöglichkeiten von Finanzdienstleistern und ihrer Einschätzung von Risiken Schlussfolgerungen für den Innovationsprozess und auch die Politik generieren lassen. Auf Basis der Ergebnisse der Analysen der Risiken bzgl. der Verfügbarkeit von Seltenen Erden für Klimaschutz-Innovationen wird es als erforderlich angesehen, die Risiken der Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen in einigen Innovations- und Anwendungsfeldern bzw. Wertschöpfungsketten und die Möglichkeiten der **Absicherung der Preis- und Versorgungsrisiken** genauer zu prüfen. Insbesondere Technologien, die auf **höheren Wertschöpfungsebenen** angesiedelt sind, wie Energiespeicher für die Elektromobilität oder LEDs, benötigen eine Reihe seltener Rohstoffe, die Unternehmen und Konsumenten mit neuen Preisrisiken konfrontieren. Die Problematik wird am Beispiel der Seltenen Erden intensiv diskutiert, sie besteht aber auch für andere strategische Rohstoffe wie bspw. Helium oder Cobalt.

4.3.2 Eigenkapital für die frühe Innovationsphase

Insbesondere für Gründungsunternehmen, junge Unternehmen, aber auch für innovative KMU, die mit einer neuen Technologie expandieren wollen, besteht eine der zentralen ökonomischen Herausforderungen darin, das erforderliche Eigenkapital für Investitionen in der Phase der Kommerzialisierung aufzubieten. (Zusätzliches) Fremdkapital steht in dieser risikoreichen frühen Phase der Innovation kaum zur Verfügung, es sei denn, das Unternehmen verfügt auf Basis früherer erfolgreicher Geschäftstätigkeit über hinreichende Sicherheiten. Zugleich endet typischerweise mit der Phase der Kommerzialisierung auch die Phase der öffentlichen Unterstützung von Forschung und Entwicklung (vgl. Kap. 4.3.1.1). Diese Eigenkapitallücke am Ende der Phase der (öffentlich oder auch privat geförderten) Forschung (und Entwicklung) bzw. in der Kommerzialisierungsphase wird daher idealtypisch von Wagniskapitalgebern geschlossen.

Die bisherigen Analysen geben Anlass zu der Vermutung, dass aus Sicht von Wagniskapitalgebern, insbesondere in Deutschland, eine relevante Finanzierungslücke für innovative KMU in der frühen Phase der Kommerzialisierung und Diffusion in der Größenordnung zwischen 150.000 EUR und 1.500.000 EUR (in einigen Fällen bis 5.000.000 EUR) besteht (Ettenhuber *et al.* 2011). Zwar besteht diese Herausforderung, das Eigenkapital zu beschaffen, in allen Innovationsfeldern. Im Fall von Innovationen zum Klimaschutz kommen jedoch die o. g. spezifischen Hemmnisse bzw. Herausforderungen (u. a. hoher Kapitalbedarf) hinzu, sodass zu vermuten ist, dass der Bedarf an Finanzmitteln bei Cleantech-Unternehmen eher in den oberen Bereich der angesprochenen Lücke hineinreicht.

Für deutsche Unternehmen gilt es dabei zu berücksichtigen, dass in Deutschland typischerweise weniger Wagnis- und Beteiligungskapital zur Verfügung steht als in den angelsächsischen Märkten. Andererseits haben die Unternehmen in Deutschland aufgrund einer offensiven Klimaschutz-Politik und einer auch auf Innovationen zum Klimaschutz ausgerichteten Hightech-Strategie besondere Chancen im Heimatmarkt, Innovationen auch erfolgreich zu kommerzialisieren. Damit stellt sich die Frage, ob und inwiefern es deutschen Unternehmen gelingt, die Hemmnisse zu kompensieren und Wagnis- und Wachstumskapital als Finanzierungsquellen für Innovationen zum Klimaschutz anzuziehen.

Im Rahmen des CFI-Projekts wurde dazu eine Reihe qualitativer und quantitativer Untersuchungen durchgeführt, um Wechselwirkungen zwischen institutionellen Rahmenbedingungen und der Finanzierung von (jungen, innovativen) Umwelttechnologie-Unternehmen mit Wagniskapital zu analysieren.

4.3.2.1 Einschätzungen von Chancen, Risiken und Maßnahmen

Insgesamt zeigt die im Zeitraum Ende 2011 / Anfang 2012 durchgeführte Befragung von Experten im Bereich Wagnis- und Beteiligungskapital in den USA und Europa, dass die zunächst sehr positiven Erwartungen im Hinblick auf Cleantech einer eher skeptischen Einschätzung der zukünftigen Aussichten gewichen sind. Zu dieser veränderten Sicht der zukünftigen Chancen und Risiken tragen nach Aussage der Befragten eine Reihe von Erfahrungen und Einschätzungen bei: Die Relevanz der mit den o. g. **Barrieren und Hemmnissen** (wie etwa hoher Kapitalbedarf, lange Amortisationszeiten, technologische Unsicherheit, Abhängigkeit von der (Kontinuität der) Klimaschutzpolitik etc.) verbundenen finanziellen Risiken hat sich in den letzten Jahren durch die politische und marktliche Entwicklung voll bestätigt. Insbesondere die Insolvenzen von Cleantech-Unternehmen in den vergangenen Jahren und rückläufige Möglichkeiten für IPOs führen zu einem erheblichen Rückgang der Investitionsbereitschaft. So geben 11 der 27 Investoren (institutionelle Investoren und Manager von Wagniskapitalgesellschaften bzw. -fonds), die bisher in Cleantech investiert haben, an, ihre Investments in Cleantech zu reduzieren bzw. zukünftig keine Investments tätigen zu wollen. Ein überwiegender Teil der befragten Investoren ist zu der Einschätzung gekommen, dass nur ein (kleiner) Teil von Cleantech-Unternehmen für entsprechende Investments geeignet sei.

Die negativen Einschätzungen beziehen sich auch auf die **Finanzmarktpolitik**: Internationale Kapitalhinterlegungsanforderungen für Versicherungen (**Solvency II**) und Banken (**Basel III**) wirken sich nach Aussage der Befragten direkt und indirekt auf Möglichkeiten bzw. die Bereitschaft zur Investition in Wagnis- und Beteiligungskapital aus. Investitionen in diese risikoreiche Anlageklasse unterblieben bzw. seien den entsprechenden Akteuren nicht mehr möglich. Zusätzlich wirkt sich Basel III auf die Möglichkeiten der Hebelung durch Fremdkapital aus. Mit Blick auf die **AIFMD** (Alternative Investment Fund Managers Directive) werden zwar die gewonnene rechtliche Sicherheit und auch Teile der Transparenzpflichten als positiv gewürdigt; allerdings wird auch darauf verwiesen, dass durch die Direktive v. a. kleinere Wagnis- und Beteiligungsfonds belastet werden.

In Wechselwirkung mit der Veränderung der Rahmenbedingungen hat sich in den letzten Jahren auch die **Strategie** bzw. das **Geschäftsmodell** der Investoren bzw. der Wagniskapitalgesellschaften etwas verändert. Dies äußert sich u. a. im Rückzug von Wagniskapitalgebern aus den frühen Finanzierungsrunden bzw. kapitalintensiven Unternehmen. Präferiert werden Unternehmen, die eine relativ kurze Amortisationszeit des Investments bzw. einen schnelleren Exit ermöglichen. Zu diesen gehören verstärkt wieder Unternehmen mit IT-nahen Geschäftsmodellen. In diesem Kontext wird auch darauf verwiesen, dass die erforderlichen spezifischen **Cleantech-Kompetenzen** ohnehin nur bei wenigen Investoren und Beteiligungskapitalgesellschaften stark vertreten ist.

Die **Möglichkeiten der Politik**, die Barrieren und Hemmnisse durch geeignete Maßnahmen zu kompensieren, werden von den Befragten recht unterschiedlich bewertet. Dies gilt etwa für die Einschätzung von **industrie- und unternehmensgerichteten Fördermechanismen**: Die Förderung von Forschung und Entwicklung wird übergreifend als positiv wahrgenommen. Die Auswirkung weiterer **unternehmensspezifischer Fördermechanismen** wird allerdings nur z. T. positiv gesehen. So wird mit Bezug auf das US-Department of Energy (DOE) Loan-Guarantee Program auf das Risiko der Fehlallokation und von Insolvenzen (bspw. Solyndra) hingewiesen. Laut Aussage der Experten sollte die Höhe der Kreditgarantien besser auf die jeweiligen Kapitalbedürfnisse von den zu fördernden Unternehmen und – vor allem – auf die jeweilige Phase im Innovations- bzw. Unternehmenslebenszyklus abgestimmt werden. Auch die Beurteilung von **Subventionen** oder kurzfristig wirkender **Marktanreizprogramme** als Mechanismus zur Unterstützung der Kommerzialisierung und Adoption von Cleantech im Markt ist uneinheitlich. Von einer Mehrheit der Befragten werden solche befristeten Programme als nicht hinreichend eingestuft, um die Investitionsbarrieren von Wagnis- und Beteiligungskapital-Investoren relevant abzubauen. Subventionen mit entsprechend begrenztem Volumen und Zeithorizont spielen bei der Entscheidung für oder wider eine Investition in ein junges (Cleantech-)Unternehmen daher nach Einschätzung der Befragten nur in Ausnahmefällen eine Rolle.

Alternative unbefristete Mechanismen wie etwa Einspeisetarife für erneuerbare Energien, die sich eindeutig und langfristig auf wesentliche Investitionskriterien (Marktvolumen bzw. -wachstum, Margenstärke, Wettbewerbsumfeld etc.) auswirken, werden als effektiver angesehen, um das Vertrauen der Investoren in die Marktchancen der innovativen Unternehmen zu gewinnen. Allerdings werden auch Probleme bzw. Zielkonflikte gesehen: Das Instrument „Einspeisetarif" senke zwar bspw. die Risiken bei den entsprechenden Investitionen in Projekte und habe so auch zu einer Steigerung des Marktwachstums und zu einer Senkung der Kosten geführt; das Instrument trage jedoch nicht zwingend in gleichem Maße zur Weiterentwicklung der Technologie bei. Vor allem im Photovoltaikbereich ist die Senkung der Systemkosten primär auf die kostengünstige Massenproduktion von chinesischen Modulherstellern zurückzuführen, die ihrerseits in erheblichem Ausmaß durch großzügige Kreditvergabe von chinesischen Banken ermöglicht wurde. Dies hat wiederum zu negativen Konsequenzen und einer Verdrängung der durch Wagnis- und Beteiligungskapital finanzierten deutschen (und US-)Solarfirmen geführt und deren ursprünglichen Technologievorsprung konterkariert.

Positiv beurteilt werden die Möglichkeiten der öffentlichen Hand, auf **Ebene der Investoren** als **Anker- oder Co-Investor** zu fungieren, um das „Crowding-in" von privatwirtschaftlichen bzw. institutionellen Investoren (z. B. mit einem Fund-of-funds-Konzept mit regionalem Kapital) zu unterstützen. Es besteht eine prinzipielle Bereitschaft von Investoren (national und international), sich mit relevanten Volumina an solchen Möglichkeiten und Strukturen zu beteiligten, wenn diese ihren Rendite-/Risiko-Erwartungen entsprechen (z. B. im Rahmen des European Investment Funds (EIF)). Unterstützend wird argumentiert, dass der Staat durch Regulierung zwar wesentlich zur Risikoabsicherung der Anwendung bzw. Finanzierung marktreifer Technologien im Bereich der erneuerbaren Energien beitrage (z. B. durch das EEG) und damit durchaus auch institutionelle Investoren absichere; dies sei aber auf der Seite der Absicherung von Investitionen in innovative Unternehmen weniger der Fall.

4.3.2.2 Quantitative Entwicklung

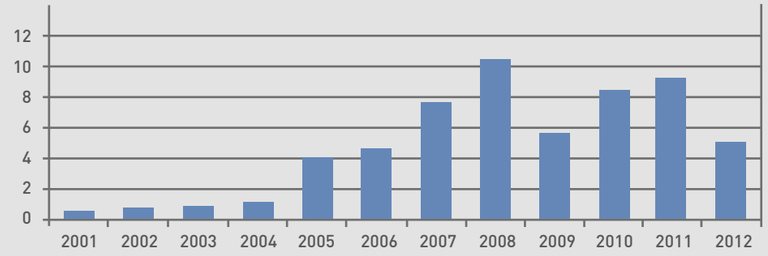
Der Wandel der Einschätzung und Risikobereitschaft der Investoren spiegelt sich auch in den Zahlen wider (BNEF 2013; Cleantech Group i3). Im vergangenen Jahrzehnt haben Investoren von Wagnis- und Beteiligungskapital-Fonds nicht unwesentlich dazu beigetragen, einer Reihe von **Unternehmen** zu einem erfolgreichen Wachstum zu verhelfen und so den Markt für bestimmte Technologien entstehen lassen. Einige dieser Unternehmen haben den Markt über Jahre geprägt. In den USA sind dies z. B. Tesla (Elektromobilität), Gevo (Biomasse), FirstSolar und SolarCity (Photovoltaik) sowie im Bereich Smart Grids Nest und in der Lichtindustrie Lemnis Lighting und Switch Lighting. In Deutschland sind hier (zumindest bis 2011) z. B. im Bereich Wind Nordex, im Photovoltaik-Sektor ErSol, Q-Cells, aleo Solar und für Smart Grids die Elster Group zu nennen. Seit 2010 sind allerdings weltweit prominente **Insolvenzen** im Cleantech-Sektor zu beobachten – insbesondere in der Photovoltaik-Industrie (z. B. Solyndra, Solar Millennium, Q-Cells, Suntech), aber auch in der Elektromobilität (Fisker) oder im Energiespeicherbereich (A123). Hier konnten die hohen Wachstumserwartungen der Investoren nicht erfüllt werden, mit der Folge, dass die Überkapazitäten zu entsprechenden Preiseinbrüchen führten. Zugleich ist ein bevorzugter Exit-Weg (**IPO**) für Wagnis- und Beteiligungskapital-Fonds seit mehreren Jahren weltweit von sinkender Aufnahmebereitschaft geprägt. Auch Trade Sales und Secondary Sales erweisen sich aufgrund des insgesamt volatilen Markts und der unzureichenden Performance der Unternehmen als schwierig. So gab es in Deutschland im Jahr 2012 nur einen IPO aus der Hand von Wagnis- und Beteiligungskapital-Investoren, im Jahr 2011 dagegen noch fünf, in 2010 drei (BVK 2012).

(a) Entwicklung der Wagnis- und Beteiligungskapital-Investitionen in Cleantech

Die gesamten Investitionen in den 17 größten Märkten für Wagniskapital (Venture Capital (VC)) und Beteiligungskapital (Private Equity (PE)) betrugen im Zeitraum 2001 bis 2012 1,64 Bio. USD; davon wurden 32 Mrd. USD in Deutschland investiert (Thomson One 2012). Der Anteil an Investitionen in Cleantech-Unternehmen betrug ca. 58 Mrd. USD (vgl. Abb. 4).

Die Cleantech-Investitionen folgen einem ähnlichen Zyklus wie die Gesamtinvestitionen, wobei diese Investitionen im Vergleich zum Gesamtmarkt zunächst um ein Vielfaches gestiegen sind, um dann auch wieder sehr viel deutlicher zu fallen.

Abbildung 4: Wagnis- und Beteiligungskapital-Investitionen in Cleantech in den 17 größten Märkten, in Mrd. USD (BNEF 2013)

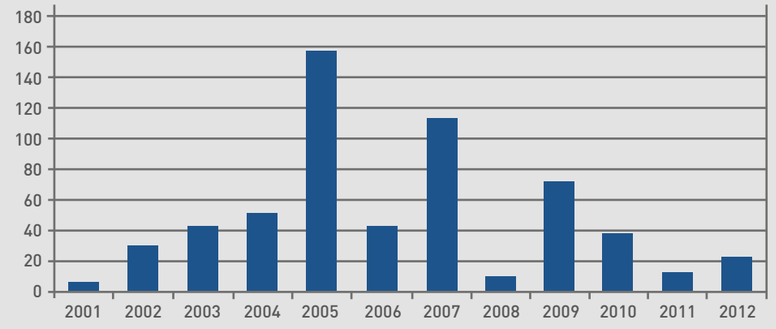


In Deutschland sind in diesem Zeitraum überproportional viele Investitionen im Cleantech-Sektor erfolgt: Sie machen 10 Prozent der Gesamtinvestitionen aus, in den USA und Großbritannien macht dieser Anteil dagegen nur rund 4 Prozent, in China rund 3 Prozent aus. In absoluten Zahlen konnte Deutschland zwar mit ca. 3,3 Mrd. USD genauso viele Cleantech-Investitionen anziehen wie China (3,2 Mrd. USD); jedoch liegen Großbritannien mit 4,1 Mrd. USD und insbesondere die USA mit ca. 42 Mrd. USD weit darüber.

Die relative Stärke der deutschen Cleantech-Industrie muss zudem vor dem Hintergrund relativiert werden, dass die gesamten deutschen VC- und PE-Investitionen im **Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt (BIP)** deutlich geringer sind als in anderen großen Märkten. Die Wagnis- und Beteiligungskapital-Investitionen in Deutschland im Zeitraum von 2001 bis 2012 entsprechen ca. 0,09 Prozent des BIP. Im Vergleich dazu sind es in den USA ca. 0,6 Prozent, und in Großbritannien 0,4 Prozent (Thomson One 2013). Bezogen auf das BIP liegen die VC- und PE-Investitionen im Cleantech-Bereich in Deutschland bei gerade einmal 0,0092 Prozent. Trotz des hohen Anteils an Cleantech-Investitionen an den gesamten VC-/PE-Investitionen in Deutschland liegt der Anteil am BIP in den anderen Ländern um mindestens 60 Prozent höher, in den USA sogar um über 150 Prozent (BNEF 2013; Thomson One 2013).

Im Ländervergleich werden zudem erhebliche Unterschiede im Hinblick auf die Risikobereitschaft deutlich, die sich im quantitativen **Verhältnis von Wagniskapital zu Beteiligungskapital** niederschlägt: Während der Anteil von Wagniskapital über den gesamten Zeitraum in den USA durchschnittlich ca. 63 Prozent beträgt, liegt er in Deutschland bei nur knapp 27 Prozent. Im Zeitverlauf zeigt sich, dass in Deutschland nach einer Phase des starken Wachstums von Wagniskapital-Investitionen in Cleantech-Unternehmen ein Rückgang auf das Niveau vom Anfang des Jahrzehnts erfolgte: In der Spitze lagen die Wagniskapital-Investitionen (VC) im Jahr 2005 bei 160 Mio. USD, im Jahr 2012 bei 20 Mio. USD (BNEF 2013) (vgl. Abb. 5).

Abbildung 5: Wagniskapital-Investitionen in Cleantech in Deutschland, in Mio. USD (BNEF 2013)



(b) Neuauflagen und Größe der Fonds

Die Investitionen werden sich in den kommenden Jahren zunächst auf einem niedrigen Niveau bewegen, da auch die Neuauflagen von Fonds rückläufig waren. Nach einem starken Anstieg im Zeitraum von 2001 (ca. 1 Mrd. USD) bis 2007 (ca. 30 Mrd. USD) erfolgte wieder ein scharfer Rückgang auf ca. 1 Mrd. USD in 2012 weltweit. Neuauflagen von Wagnis- und Beteiligungskapital-Fonds mit Cleantech als Investment-Bereich sind aufgrund der Zurückhaltung der institutionellen Investoren (Staats- und Pensionsfonds sowie Versicherungen) und aufgrund des schwierigen Börsen-(IPOs) und Marktumfelds (vgl. Solarindustrie) rückläufig. In Deutschland verschärft eine strukturelle Herausforderung die Situation: Es stehen überhaupt nur wenige lokale institutionelle Investoren zur Verfügung. Die regionale Verfügbarkeit von Investitionskapital ist aber entscheidend, da die entsprechenden Fonds häufig einen regionalen Investitionsfokus haben. Da in Deutschland in 2010, 2011 und 2012 nur ein Fonds neu aufgelegt wurde, der u. a. in Cleantech investieren wird, ist in 2013 und 2014 keine signifikante Steigerung der Wagnis- und Beteiligungskapital-Investitionen im Cleantech-Sektor in Deutsch-land zu erwarten. In UK dagegen wurden in 2013 wieder Cleantech-Fonds mit wesentlichem Umfang (ca. 5,2 Mrd. USD) aufgelegt (BNEF 2013).

Als weiterer Vorteil etwa für die USA erweist sich, dass die **Größe der Fonds** dort besser geeignet ist, um die erforderlichen Volumina für die späteren Finanzierungsrunden (C- und D-Runden) auch kapitalintensiver Cleantech-Unternehmen aufzubringen, die zwischen 2005 und 2012 durchschnittlich rund 20 Mio. USD betrugen. Diese Expansionsfinanzierungen übersteigen die rückläufigen finanziellen Kapazitäten vieler Investoren bzw. Fonds. Um eine ausreichende Risikodiversifikation zu erreichen, muss ein Fonds rund 20 Investments tätigen. In Deutschland betrug die durchschnittliche Fondsgröße der sechs Cleantech-Fonds 2001–2012 zwar 191 Mio. USD; allerdings hatten davon fünf Fonds nur ein Volumen zwischen 47 und 178 Mio. USD, nur ein Fonds weist ein Volumen von 662 Mio. USD auf. Somit konnten fünf der sechs deutschen Fonds mit Cleantech-Ausrichtung nicht einmal eine durchschnittliche für Cleantech-Investitionen erforderliche Risikodiversifikation erreichen. In anderen Ländern beträgt die durchschnittliche Größe der Cleantech-Fonds dagegen: USA: 475 Mio. USD, UK: 309 Mio. USD, Frankreich: 209 Mio. USD, China: 206 Mio. USD (Stand Januar 2013).

4.3.2.3 Schlussfolgerungen

Eine Reihe von Gründen führt dazu, dass die Anreize, Kapital für die Phase der Kommerzialisierung und die frühe Wachstumsphase von Cleantech-Unternehmen zur Verfügung zu stellen, derzeit sehr schwach sind. Zu diesen Gründen gehören neben den prinzipiellen technischen und ökonomischen Barrieren der Innovationen zum Klimaschutz aktuell die negativen Auswirkungen der Finanzmarktkrise und der Finanzmarktregulierung, das schlechte IPO-Umfeld, die Unsicherheit bzgl. der Weiterentwicklung der (nationalen und internationalen) Klimaschutz-Politik und die negativen Erfahrungen der Insolvenzen im Cleantech-Sektor. Die Rückwirkung der Finanzmarktregulierung auf die Risikobereitschaft im Hinblick auf die Finanzierung innovativer Unternehmen gehört sicher zu den nichtintendierten Nebenwirkungen dieser Maßnahmen. Diese aktuellen **Marktfriktionen** verstärken die prinzipiellen Hemmnisse des Cleantech-Sektors (s. o.) sowie die strukturellen Engpässe in Deutschland auf der Seite der Investoren und der entsprechenden Fondskapazitäten.

Angesichts der Tatsache, dass die Verfügbarkeit von Eigenkapital in der frühen Phase einen zentralen Faktor für die Beschleunigung des Innovationsprozesses – auch und insbesondere bei (kapitalintensiven) Clean Technologies – darstellt, sind die oben aufgezeigten Marktfriktionen von besonderer Relevanz für eine innovations- und wachstumsorientierte Klimaschutz-Politik in Deutschland. Zur Überwindung dieser Finanzierungsengpässe wurden daher bereits 2008 zwischen Mitgliedern des „Finanz-Forum: Klimawandel“ (Kreditinstitute, Fondsgesellschaften und Versicherer) und der öffentlichen Seite (BMBF, BMU) Verhandlungen zu einem **„Klimaschutz-Innovationsfonds“** angestoßen, der genau diese strukturelle Lücke in Deutschland adressieren sollte. Die Bereitschaft der beteiligten Privaten zu solchen Gesprächen war insofern bemerkenswert, als, von wenigen Ausnahmen abgesehen, Wagniskapital nicht zu den typischen Investments von Versicherern und Kreditinstituten gehört. Jedoch führten weder die in 2008 noch die im Rahmen der Wiederaufnahme in 2010 geführten Gespräche zum beiderseits erhofften Erfolg. Insbesondere Fragen der Allokation der Mittel mit Bezug auf die Phasen (nur Investitionen in der Gründungsphase versus Investitionen auch in späteren Phasen) sowie institutionelle Fragen (Vetorecht des Bundes etc.) haben einen Konsens zwischen der privaten und der öffentlichen Seite verhindert. Das im Rahmen des CFI-Projekts mit den Partnern des Finanzsektors entwickelte Konzept sah einen PPP-Dachfonds für Wagnis- und Beteiligungsfonds vor, der auch strukturelle Impulse setzen sollte, indem er entsprechenden privaten Fonds als Anker-Investor zur Verfügung steht.

Sofern die Politik mehr Kapital für die Kommerzialisierung von Innovationen mobilisieren will, ist – insbesondere vor dem Hintergrund der aktuellen Lage – ein **Eingreifen des Staats** erforderlich. Dabei wird insbesondere zu berücksichtigen sein, dass die **aktuelle Finanz- und Wirtschaftskrise** sowie die mit der **Finanzmarktregulierung** (Basel III und Solvency II etc.) verbundenen Eigenkapitalanforderungen aus Sicht der Kreditinstitute, Versicherer und weiterer Finanzdienstleister zusätzliche Hürden schaffen und sich negativ auf die Finanzierung innovativer Unternehmen und damit auf die Innovationsfähigkeit der Realwirtschaft insgesamt auswirken (werden). Allgemeine Maßnahmen zur Verbesserung der Anreize für Wagnis- und Beteiligungskapital-Investoren, wie sie von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech 2013) vorgeschlagen werden, sind allerdings nicht geeignet, die spezifischen Risiken im Cleantech-Sektor zu kompensieren. Auch die Chance freiwilliger Initiativen bzw. einer freiwilligen Selbstverpflichtung institutioneller Investoren und Kreditinstitute wird derzeit als gering angesehen. Im Rahmen weiterer politischer Entscheidungen ist zudem zu berücksichtigen, dass die aktuelle Situation auf dem Markt für Wagnis- und Beteiligungskapital für Cleantech auch ein **Indikator** für einen generellen Mangel an Kapital für die Kommerzialisierungsphase ist – zumindest bei KMU, möglicherweise aber auch darüber hinaus.

4.3.3 Finanzierung von Projekten und Infrastrukturen

Die „Energiewende“ i. S. der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien geht mit etlichen großvolumigen Projekten einher, die sowohl bei der Energieerzeugung als auch bei der Entwicklung der Infrastruktur Projektfinanzierungsstrukturen vorteilhaft erscheinen lassen. Das Instrument der Projektfinanzierung ist in der Bankenlandschaft weit verbreitet und findet zunehmend auch im Bereich der erneuerbaren Energien Anwendung. Je nach Investorentyp (und auch in Abhängigkeit von den Risiken) kann dabei mit einem hohen Anteil von Fremdkapital gearbeitet werden; teilweise ist es für Investoren aber auch interessant, die Finanzierung ohne Fremdkapital zu übernehmen. Die Investitionen im Cleantech-Sektor über die letzten Jahre (vgl. Abb. 3; Seite 51) zeigen, dass mit der zunehmenden Nutzung von erneuerbaren Energien zur Energieerzeugung nicht zuletzt eine neue Investitionsmöglichkeit für institutionelle Investoren geschaffen wurde, die auf der Anwendung dieser Technologien und ihrer Strukturierung als Projekt- und Infrastrukturfinanzierung (Asset Finance) basiert. Dazu gehören international insbesondere die großen Windparks, solarthermische Kraftwerke und Solarkraftwerke auf der Basis von Photovoltaik. Typischerweise setzen im Rahmen der Projekt- und Infrastrukturfinanzierung engagierte Investoren und Kreditinstitute bereits marktreife Technologien (Photovoltaik, Wind, Biogas) und auch stabile Rahmenbedingungen voraus, die eine adäquate, mit hinreichender Wahrscheinlichkeit abschätzbare Rentabilität sicherstellen (Babl *et al.* 2011).

4.3.3.1 Projektfinanzierung für die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen

Mit dem **EEG** wurde ein zwar keinesfalls statisches, aber doch in weiten Teilen für eine Erlösplanung gut geeignetes Instrumentarium bereitgestellt, das Investoren durch langfristige (für die Projektlaufzeit verbindliche) Einspeisevergütungen von vielen Marktrisiken befreit. In der Konsequenz zeigte sich eine sehr dynamische Umsetzung der „Energiewende“ auf Mikroebene mit zahlreichen, über Projektfinanzierungen ermöglichten Investitionen im Bereich der erneuerbaren Energien. Diese Umsetzungsdynamik könnte den Schluss nahelegen, dass in dieser Phase (der Projektfinanzierung) keine Finanzierungsprobleme bestehen. Dieser Schluss ist zwar in seiner Absolutheit falsch, aber die Herausforderungen im Bereich der Investitionsfinanzierung bleiben hier überschaubar. So werden Unsicherheiten bzgl. der Rahmenbedingungen meist durch erhöhte Anforderungen an das Eigenkapital der Projektentwickler abgebildet.

Neben **Rentabilitäts- und Risikoanalysen** für etablierte Technologien wurde auch eine Reihe von Studien zu vielversprechenden Technologien durchgeführt, die (aufgrund ihrer spezifischen Risikoprofile) kaum finanziert werden (bspw. Geothermie, Tiefseewindparks). Das Ziel der Ausarbeitungen ist dabei stets, Lösungen zu entwickeln, die die jeweiligen projektspezifischen Risiken so adressieren, dass es unter den privaten Projektbeteiligten zu einem Interessenausgleich und positiver Anreizwirkung kommt. Wo dies nicht gelingt, können entsprechende politisch gewünschte Projekte nur durch staatliche Risikoübernahme verwirklicht werden. Um diese pauschale Einsicht zu differenzieren, wurde eine Vielzahl von Einzelanalysen angestoßen, mit denen die Strukturen, Risiken und Finanzierungsprobleme von Projektfinanzierungen kritisch durchleuchtet wurden.

Die Erkenntnisse bestätigen bisherige Erkenntnisse im Zeitablauf und unter unterschiedlichen Förderstufen. Während für **Onshore-Windanlagen**, **Biogasanlagen** und **Photovoltaikanlagen** keine prohibitiven technologie- bzw. anwendungsbedingten Risikostrukturen und grundsätzlichen Finanzierungshemmnisse zu beobachten sind, die einer Projektfinanzierung in Deutschland entgegenstehen, weisen die übrigen hier betrachteten Energieformen durchaus zu berücksichtigende Risiken auf, die Projektfinanzierungen erschweren. Bei der Windenergie wirft das **Repowering** neue Fragen auf, denn die Akzeptanz in der Bevölkerung erscheint gegenwärtig begrenzt, obwohl die betriebswirtschaftliche Vorteilhaftigkeit entsprechender Projekte zweifelsfrei vielfach gegeben ist. Hier zeichnen sich jenseits der traditionellen Projektfinanzierung **neue Eigentümermodelle** ab. So versuchen Bürgerwindparks und Windgenossenschaften aus Gegnern des Ausbaus der Windenergie Miteigentümer zu machen und damit Widerstände in der Bevölkerung zu überwinden. Ob die kleinteilige dezentrale Struktur der dabei entstehenden Erzeugungskapazitäten aber auch ökonomisch vorteilhaft ist und ob die hier implementierten Rechtsformen effiziente Organisationsstrukturen darstellen, ist eine wissenschaftlich bisher nicht untersuchte Frage (Babl & Misselwitz 2013; Bölke & Kürzer 2011; Rauch & Schiereck 2013).

Im Bereich der **Geothermie** liegen die Risiken neben potenziellen Widerständen in der Bevölkerung insbesondere beim Bohrrisiko, denn nicht jede Bohrung ist erfolgreich, aber jede Bohrung ist teuer. Wenn die Energieerzeugung über Geothermie weiter gefördert werden soll, weil sie bspw. u. a. grundlastfähig ist, muss vermehrt über neue Versicherungskonzepte oder staatliche Risikobeteiligungen nachgedacht werden, um die Bohrrisiken umzuverteilen (Schierenbeck & Trillig 2011). Staatliche Eingriffsmöglichkeiten bestehen durch wissenschaftliche Begleitung der Standortsuche bzw. Erkundungen und eine Absicherung des Bohrungs-Darlehens gegenüber dem Fündigkeitsrisiko bis zu einem maximalen Volumen von 16 Mio. EUR innerhalb des entsprechenden Munich Re / KfW-Programms (BMWi 2013).

Im Bereich der **Biomasse** unterliegt der Input nicht nur dem Marktpreisrisiko von Agrarrohstoffen, sondern zunehmend auch der Diskussion zur Verstromung von Lebensmitteln. Die verschärfte Förderrestriktion mit Blick auf eine stärkere Einbeziehung von Wärmeenergie lässt weitere Investitionen in diesem Bereich hierzulande nur sehr begrenzt erwarten (Babl & Franz 2011). Durch die Verbilligung der Photovoltaik ist die Entwicklung der Solarthermie weiter ins Stocken geraten. Nach wie vor gibt es hier keine dominante Technologie, Netzparität ist nicht absehbar und folglich das Risiko aus Sicht der Banken so groß, dass Projektfinanzierungen nur mit Rückgriffsrecht auf die Initiatoren der Projekte möglich sind (Rüther & Schiereck 2013).

Für **staatliche Entscheidungsträger** ist die Beobachtung der beständigen Divergenzen in den Risikostrukturen und privatwirtschaftlichen Finanzierungsmöglichkeiten bedeutsam, u. a. bei der Planung des zukünftig gewünschten Energiemix aus erneuerbaren Quellen, zur Erfolgskontrolle und zur Beobachtung der (Finanzierungs-)Kosten. Verschiedene technologische Risiken und auch die Akzeptanz der Bevölkerung (insbesondere bei Wind, Biomasse und Geothermie) sind zentrale Hemmnisse der weiteren Realisation von Projekten. Im Hinblick auf die zukünftigen Maßnahmen bzw. Anpassungen der Regulierung ist es zudem wichtig, die jeweils spezifischen Planungs- und Finanzierungsbedingungen (u. a. Zeithorizonte) genau zu kennen. Änderungen des EEG oder auch nur die Ankündigung der Möglichkeit der Änderung können erhebliche Anstiege im wahrgenommenen Risiko für Investitionen im Cleantech-Sektor nach sich ziehen und so die Finanzierungsbereitschaft reduzieren. Die Unsicherheiten im technologischen Bereich und vor allem hinsichtlich der Cashflow-Ströme können von Fremdkapitalgebern nicht getragen werden.

4.3.3.2 Infrastrukturinvestitionen im Umfeld der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen

Die eingeschlagene „Energiewende“ bringt auch eine Reihe von Sekundärinvestitionen mit sich, die ebenfalls finanziert werden müssen und auf absehbare Zeit wohl aufgrund fehlender Geschäftsmodelle und Märkte nicht über das Instrument der Projektfinanzierung realisierbar sind. Die bei der Untersuchung dieser Infrastrukturinvestitionen gewonnenen Forschungsergebnisse bringen auf drei Gebieten wesentliche Erkenntnisfortschritte. Zunächst gibt es eine Reihe von Kostenbereichen, die in der bisherigen Diskussion gar nicht berücksichtigt waren und für die nun die Relevanz ihrer Bedeutung aufgezeigt werden konnte (bspw. der Abriss und Rückbau von konventionellen Kraftwerken). Bei einer zweiten Gruppe von Aspekten war zwar die grundsätzliche Bedeutung für die weitere Umsetzung der „Energiewende“ bekannt, es fehlte aber an konzeptionellen Analysemethoden, um neue Technologien umfassend zu bewerten (bspw. Energiespeicher, Smart Metering, Demand Response). Schließlich gibt es im gleichen Umfeld Technologien, die bislang in kleineren Größenformaten profitabel genutzt wurden, die aber in den letzten Jahren auch in völlig neuen Größenklassen geplant wurden und sehr hohe Investitionsvolumina erfordern würden (bspw. Pumpspeicherkraftwerke). Ihre Profitabilität hängt von Strommarktentwicklungen und Technologiefortschritten ab.

Wenn als zentrales Problem der „Energiewende“ vor drei Jahren insbesondere auf die wetterbedingten Schwankungen in der Energieproduktion verwiesen wurde, blickte man auf die Energieversorgung in Norwegen und Österreich und deren Einsatz von **Pumpspeicherkraftwerken**. Diese Kraftwerke nutzen Zeiten der Produktionsspitzen, in denen Energie sehr günstig ist, um Wasser hochzupumpen und so Energie zu speichern, um sie dann in produktionsschwachen, teuren Zeiten abzurufen. Um diese Technologie großvolumig nutzen zu können, gibt es Überlegungen, bspw. in Südbaden, massiv in die natürliche Landschaftsgestaltung einzugreifen und künstliche Reservoirs für Pumpspeicherkraftwerke zu schaffen. Im Rahmen unserer Analysen konnte gezeigt werden, dass derartige Bauprojekte sehr kritisch von einer langfristig stabilen, hohen Spanne in den Strompreisen zwischen Tagesspitzen (Angebotsüberhang) und Schwachproduktionsphasen (Nachfrageüberhang) abhängen. Bei technologischen Fortschritten konventioneller Kraftwerke bspw. mit deutlich verkürzten Anfahrzeiten würde die Attraktivität von Pumpspeicherkraftwerken sehr schnell marginalisiert werden. Diese Einsicht hat sich in den letzten Monaten dann auch tatsächlich in der Marktwirklichkeit niedergeschlagen. Pumpspeicherkraftwerke scheinen gegenwärtig einzelwirtschaftlich nicht besonders profitabel zu sein. Nimmt man die hohen Widerstände im lokalen Umfeld entsprechender Bauprojekte hinzu, ist diese Technologie gegenwärtig nicht marktgängig. Sollten allerdings vermehrt konventionelle Kraftwerke aufgrund mangelnder Rentabilität vom Netz genommen werden und dadurch die Volatilität der Strompreise wieder deutlich steigen (was unserer Ansicht nach allerdings momentan nicht sehr wahrscheinlich ist), dann kann das Kalkül für Pumpspeicher neu überdacht werden.

Die **(Investitions-)Analyse zur Energiegewinnung aus Abwasser** ergab, dass der Erfolg des Einsatzes dieser bereits ausgereiften Technologie wesentlich von der Standortwahl und den herrschenden regulatorischen Vorgaben abhängt. Planung und Auslegung sind dementsprechend sorgfältig durchzuführen. Generell bietet sie die Möglichkeit, den Einsatz von Primärenergie in den Heizungsanlagen zu reduzieren. Zur Beschaffung bzw. Finanzierung bieten sich im kommunalen Umfeld Contracting-Modelle an, bei denen die Kommune als Contractor auftritt, da sie wesentliche Determinanten des Standorts kennt und in der Regel das Nutzungsrecht über das Abwasser besitzt (Steiner 2013).

Smart Grids bzw. Smart Metering und daran geknüpfte **Demand-Response-Anwendungen** sollen den Energieverbrauch nicht unbedingt reduzieren, aber über die Zeit glätten und so Spitzenlasten reduzieren. In diesem Bereich finden sich verschiedene Pilotstudien, die zwar die grundsätzliche Möglichkeit der Nachfrageglättung unterstreichen. Aber aus ökonomischer Sicht und unter Einbeziehung des Verlusts an Flexibilität beim Verbraucher scheinen nur Lösungen im Gewerbe- und Industriekundenbereich so attraktiv zu sein, dass sich eine ausreichende Bereitschaft zur Teilnahme finden könnte. Gleichzeitig sollten Netzbetreiber regulatorisch in die Lage versetzt werden, weitreichende Investitionen in eine intelligente Infrastruktur durchzuführen. Innovationszuschläge und Investitionsbudgets können helfen, grundlegende Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich der Smart Grids zu fördern. Auch eine Öffnung und Vereinfachung der Regulierung kann einen Beitrag dazu leisten (Wagner *et al.* 2013). Weitere Möglichkeiten zur Stabilisierung der Energieversorgung bieten Speicher und reduzierter Verbrauch – gerade auch im Immobilienbestand. Für beide Bereiche liegt erste empirische Evidenz vor, die zeigt, dass neue technische Möglichkeiten in einigen Fällen bereits heute einzelwirtschaftlich attraktiv umgesetzt werden können, so z. B. im Rahmen von Energie-Plus-Häusern und der Smart-Metering-Technologie zwischen Endkunde und Energieversorger (Hinrichsen & Likholat 2013; Schaede *et al.* 2013; von Ahsen 2013). Energiespeicher und Verbrauchsglättung senken zwar nicht den Energieverbrauch, bieten aber der Produktion geringere Nachfrageschwankungen, sorgen damit für ökonomisch attraktivere Perspektiven in der fossilen Stromerzeugung und schaffen dadurch privatwirtschaftlich bessere Investitionsbedingungen für den traditionellen Kraftwerksneubau. Dieser trägt dann nicht nur zur Reduktion des CO_2-Ausstoßes im Vergleich zu Altanlagen bei, sondern auch zur Abmilderung des absehbaren langfristigen Strompreisanstiegs.

Nicht nur wenn der vollständige Ausstieg auch aus der Kohleverstromung erfolgen soll, werden zahlreiche **konventionelle Kraftwerke** nicht weiter benötigt (auch nicht als Kaltreserve). So erscheinen die einzelwirtschaftlichen Rentabilitäten vieler konventioneller Kraftwerke gegenwärtig sehr fraglich und Stilllegungen deshalb nur konsequent. Meinshausen *et al.* (2013) untersuchen daher erstmals die **Abriss- und Rückbaukosten** im Rahmen einer Analyse zu den Kosten der „Energiewende“ und zeigen in einer konzeptionellen Studie, welche Kostenkomponenten kraftwerkspezifisch zu berücksichtigen sind, wovon die Höhe der anfallenden Kosten jeweils abhängt und welche Bedeutung die geplante Anschlussverwendung der Kraftwerksfläche für die Wirtschaftlichkeitsüberlegungen hat. Es zeigt sich, dass eine strukturelle Kostenübersicht recht gut aufzuzeigen ist, dass aber die konkrete Erfassung der verschiedenen Kostenblöcke stark von der individuell gegebenen Kraftwerks-Alternative abhängt und ein Rückbau vor allem dann einzelwirtschaftlich attraktiv wird, wenn der Standort anschließend wieder für eine Kraftwerksinvestition genutzt werden soll. Es wurde hier bewusst nicht die Gruppe der Kernkraftwerke adressiert. Zum einen gibt es zu ihnen bereits einige Studien, die die Kosten des Rückbaus untersuchen. Zum anderen waren hier Restlaufzeiten schon lange absehbar und konnten in Investitionsszenarien entsprechend berücksichtigt werden.

Ein weiterer Forschungsstrang widmete sich spezifischen finanzierungsbezogenen betriebswirtschaftlichen Problemstellungen jenseits der Erneuerbare-Energien-Quellen. So wurde im Zusammenhang mit den zahlreichen **Rekommunalisierungsinitiativen, die auch als zentrale Treiber der „Energiewende“** in Deutschland gesehen werden, untersucht, inwiefern eine Übertragung von Stromerzeugungs- und Netzkapazitäten stattfindet und ob diese Maßnahmen im Sinne der Stromkunden attraktiv ist (Meyer-Gohde *et al.* 2013; Meyer-Gohde & Schiereck 2013). Es zeigte sich, dass die recht unterschiedlichen Ausgangssituationen der Kommunen individuelle Einzelanalysen erfordern, um der sehr differenzierten Gesamtsituation gerecht zu werden. Insgesamt fällt aber auf, dass sich insbesondere jene Kommunen für Rekommunalisierung entscheiden, die sich in einer sehr schwierigen Haushaltslage befinden. Dadurch drängt sich der Schluss auf, dass auch Einnahmepotenziale die Rekommunalisierungsentscheidung beeinflussen (Meyer-Gohde *et al.* 2013).

4.3.3.3 Schlussfolgerungen

Projektfinanzierung ist ein Kernelement für die Finanzierung größerer infrastruktureller Projekte, insbesondere im Bereich erneuerbarer Energien. Die Grundvoraussetzung aller Projektfinanzierungen ist die **Sicherstellung von Zahlungsströmen** über die gesamte Projektlaufzeit; ein Projekt muss sich in der Regel selbst tragen können. Durch das EEG und garantierte Einspeisevergütungen bestanden für technologisch reife Technologien sehr gute Rahmenbedingungen, um eine Abschätzung zukünftiger Einzahlungen seitens der Projektfinanzierer vornehmen zu können. Entsprechend konnte sich in diesem Bereich ein großer Bankenmarkt mit entsprechender Expertise entwickeln.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass die **Risiken und die Risikostrukturen** für die Projektbeteiligten stark von der jeweiligen Technologie abhängig sind. Deshalb wurden Projektfinanzierungsstrukturen für verschiedene Bereiche wie Photovoltaik, Windkraft, Biogas, Geothermie usw. näher untersucht. Während bei vielen Technologien, wie bspw. der Photovoltaik, die meisten operativen Risiken bekannt sind und entsprechend adressiert werden können, meiden Investoren bei anderen Technologien, wie bspw. der Geothermie, unkalkulierbare Risiken, für die kein privater Akteur die Haftung übernehmen möchte. Gezielte Förderung, bspw. durch den Ausbau staatlicher Garantien für Versicherungsleistungen, könnte hier Abhilfe schaffen.

Neben den Primärinvestitionen, die zur Erzeugung erneuerbarer Energien notwendig sind, wurde im Rahmen des Projekts auch eine Reihe von nötigen **Sekundärinvestitionen**, die einer Projektfinanzierung bedürfen, betrachtet. Neben der Bewertung einzelner Großprojekte in diesem Bereich, wie bspw. bei der Errichtung von Pumpspeicherwerken, wurden hier vor allem Problemstellungen deutlich, die derzeit nur wenig Beachtung in der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion finden. Hierzu zählen Rückbaukosten für Altkraftwerke sowie der erforderliche Netz- und Speicherausbau.

In der Finanzierung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen konnte die vermutete Evidenz zu den insgesamt durch das EEG erreichten positiven Rahmenbedingungen bestätigt werden. Es zeichnet sich aber mittlerweile eine schnell wachsende Diskrepanz zwischen betriebswirtschaftlich ausgerichteter individueller Vorteilhaftigkeit von Projekten und Projektfinanzierungen einerseits und politischer **Akzeptanz** andererseits ab, die darauf hinausläuft, dass eine weitere Umsetzung der „Energiewende“ stocken könnte. In der praktischen Adressierung dieser Diskrepanz zeichnet sich unter anderem eine lokale Vergemeinschaftung ab. Energieerzeugungsanlagen werden als Energiegenossenschaften und Bürgerparks finanziert, und die Energieversorgung wird rekommunalisiert. Damit wird zwar eine breitere politische Akzeptanz erreicht, aber ob die dabei geschaffenen Strukturen lokal effizient sind und ob sich die dann geschaffenen Strukturen selbst bei einer lokalen Effizienz auch zu einer national effizienten Gesamtstruktur aufbauen, ist völlig unklar und aus der bisherigen Diskussion auch weitestgehend ausgeklammert.

Insgesamt legen die bisherigen Analysen nahe, dass sich die Finanzierung von Investitionen im Bereich der erneuerbaren Energien in einigen Anwendungsfeldern positiv weiterentwickeln kann. Die erforderlichen Investitionen für die **Weiterentwicklung der Infrastruktur** (Smart Grids, Speicherung etc.) werden zukünftig allerdings wesentlich höhere Anforderungen an die Abstimmung privatwirtschaftlicher Investments und des öffentlichen Steuerungsbedarfs stellen, als dies für die bisherigen Investitionen in erneuerbare Energien der Fall war. Die Weiterentwicklung wird in großem Umfang Eingriffe in das Nutzerverhalten und bestehende Geschäftsmodelle erfordern. Für einige Fälle bieten sich dafür **Contracting- und Leasing-Modelle** an.

Dementsprechend zeichnen sich bereits jetzt potenziell erhebliche **Marktfriktionen** bzw. Finanzierungshemmnisse ab. Es ist absehbar, dass der Bedarf besteht, neue Finanzierungsstrukturen zu entwickeln, die geeignet sind, anreizgerecht spezifische Risiken für diese Investitionen zu adressieren, um eine ausreichende Kapitalversorgung sicherzustellen. Dementsprechend wird es auch wichtig sein, die Möglichkeiten und Grenzen der Risikoübernahme durch die Privaten genauer zu analysieren und transparent zu machen.

Für die **zukünftige Entwicklung** der Marktpotenziale für entsprechende Innovationen werden die einzelstaatlichen und europäischen Rahmenbedingungen weiterhin die entscheidende Rolle spielen. Um die Finanzierbarkeit und **Planbarkeit der meist langfristigen Projekte** und weiteren Investitionen in die Infrastruktur zu gewährleisten, wird es hier vor allem darauf ankommen, einen **verlässlichen Ordnungsrahmen** zu bieten. Das heißt auch, dass bei Änderungen (etwa des EEG) berücksichtigt werden muss, dass Investoren und Kreditinstitute bereits in der Vorfinanzierung der Planungs- und Bauphase der Projekte erhebliche Risiken auf sich nehmen. Unsicherheiten bzgl. der Änderung der Rahmenbedingungen können diese Vorfinanzierung erheblich erschweren und führen zu einer Erhöhung der Kapitalkosten. Des Weiteren weisen Kreditinstitute und Versicherer darauf hin, dass die **Regulierung des Finanzsektors** (Basel III und Solvency II) sich negativ auf die Möglichkeiten bzw. Anreize zur Finanzierung langfristiger Projekte auswirkt. Mit anderen Worten: Die politisch intendierte Reduktion von Risiken des Finanzsektors bzw. der Finanzdienstleister wirkt sich offenbar auch im Rahmen der Projektfinanzierung negativ auf die Finanzierungsbereitschaft aus.

4.3.4 „Energiewende“ in Schwellen- und Entwicklungsländern

Für den globalen Klimaschutz ist entscheidend, dass auch in den Schwellen- und Entwicklungsländern die Energieversorgung auf erneuerbare Energien umgestellt wird. Die ökonomische Forschung hat dieser Herausforderung allerdings, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Prinzipielle Fragen der „Energiewende“ bzw. der Energieversorgungsstruktur in Deutschland – z. B. zentrale vs. dezentrale Systeme, Netzintegration und Versorgungssicherheit – stellen sich auch in Schwellen- und Entwicklungsländern. Hinzu kommt, dass die Politik dieser Länder gefordert ist, die Energieversorgung so auszubauen, dass sie einer wachsenden Bevölkerung und dem Wunsch nach einer steigenden Lebensqualität gerecht wird. 1,3 Mrd. Menschen haben bisher keinen Zugang zu einem Netz (IEA 2011b). Daraus ergibt sich prinzipiell die Chance, die zukünftige Versorgungsstruktur stark auf erneuerbare Energien auszurichten.

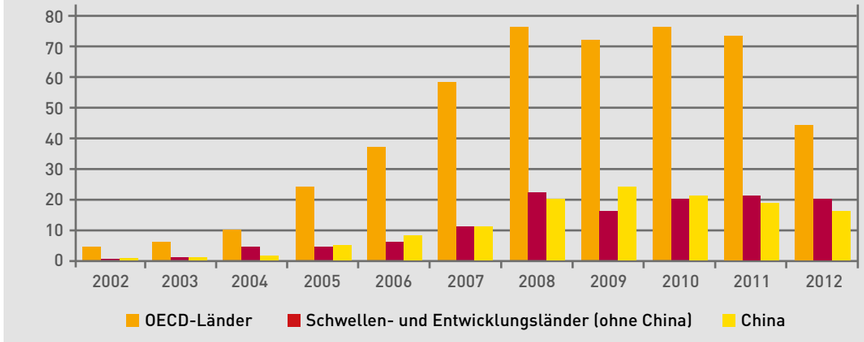
Für einige Anwendungsfelder (Windparks (vgl. Kap. 4.3.4.1) sowie Dorfnetze und Solar Home Systems (SHSs) (vgl. Kap. 4.3.4.2)) wurde daher im Rahmen des CFI-Projekts exemplarisch die privatwirtschaftliche Perspektive mithilfe von Interviews mit Unternehmern und Investoren, internationalen Befragungen, Workshops sowie weiteren konzeptionellen Überlegungen untersucht (Friebe 2013; Kebir *et al.* 2013; Peterschmidt *et al.* 2013). Die Anwendungsfälle beziehen sich auf erprobte Technologien ohne technische Risiken, da das Ziel dieser Studien ist, ausschließlich ökonomische und institutionelle Hemmnisse zu identifizieren, die einer schnellen Diffusion im Wege stehen.

4.3.4.1 Netzgebundene Energieversorgung (Windparks)

Die Entwicklung der Investitionen in Erneuerbare-Energien-Projekte zeigt zwar auch für Schwellen- und Entwicklungsländer mit Blick auf die letzten zehn Jahre ein starkes Wachstum. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Investitionen in China allein auf dem Niveau aller anderen Schwellen- und Entwicklungsländer liegen (vgl. Abb. 6)[2].

Es entsteht so der Eindruck, dass auf Basis gegebener Technologien und möglicherweise noch weiter sinkender Preise auf mittlere Frist durchaus ein erhebliches Potenzial besteht, die Investitionen in Schwellen- und Entwicklungsländern über den bisherigen Trend hinaus voranzutreiben. Windparks können dabei eine zentrale Rolle spielen.

Abbildung 6: Investitionen in Erneuerbare-Energien-Projekte, in Mrd. USD (BNEF 2013)



[2] Die verwendeten Daten basieren auf der BNEF-Datenbank. Berücksichtigt wurden nur abgeschlossene Projekt- und Anlagen-Finanzierungen mit angegebenen Volumina, die eindeutig den erneuerbaren Energien zugerechnet werden können. Damit unterscheiden sich die Daten von den im Bericht „Global Trends in Renewable Energy Investment 2013“ des Frankfurt School UNEP Collaboration Centre verwendeten Daten. Im Hinblick auf die Relationen ergibt sich aber in der Tendenz die gleiche Aussage.

Aus einer privatwirtschaftlichen (Finanzierungs-)Perspektive (repräsentiert durch Projektentwickler) kommen Friebe und von Flotow (2011) zu folgenden Kernergebnissen:

- Aufgrund der hohen Anfangsinvestition (beginnend mit der Projektentwicklungsphase) ist die **gesicherte Abnahme des Stroms** entscheidend: Einige Erfahrungen aus Industrieländern sind auf Schwellen- und Entwicklungsländer übertragbar. Dazu gehören Einspeisegesetze mit Abnahmegarantien und planbaren Tarifen (d. h. minimales Risiko beim Tarif), garantierter Netzzugang und Priorität bei der Stromabnahme (d. h. minimales Risiko beim Stromverkauf). Solche Garantien können zwar einen wichtigen Beitrag leisten, der jedoch bei Weitem nicht ausreicht, um effektiv und effizient den nationalen Erneuerbare-Energien-Sektor in Schwellen- und Entwicklungsländern auszubauen.

- Weitere **institutionelle Hemmnisse** unterscheiden sich deutlich von den meisten Industrieländern. Länder mit geringer rechtlicher Sicherheit, insbesondere in Bezug auf unvorhergesehene Änderungen der Förderbedingungen, unklarer Dauer und Transparenz des Genehmigungsverfahrens oder zu ambitionierten Local-Content-Anforderungen werden so in vielen Fällen von vornherein ausgeschlossen. Transparenz, Rechtssicherheit (z. B. für Bestandsanlagen) und Implementierung von Entscheidungsprozessen und -regeln werden daher als zentral angesehen. Nach einigen negativen Erfahrungen in Osteuropa und der Türkei mit schnellen und unerwarteten Änderungen der Rahmenbedingungen empfehlen Projektentwickler und Finanzinstitute öffentlichen Akteuren das schrittweise Vorgehen in der Anpassung von Rahmenbedingungen.

Der Kapitalbedarf für die Projektierung und den Bau von Windparks kann privatwirtschaftlich oft nicht gedeckt werden, da nur wenige internationale Projektentwickler (und ihre Investoren) bereit und in der Lage sind, die entsprechenden Risiken einzuschätzen und zu tragen, während lokale Investoren – die die Risiken besser bewerten können – oft Schwierigkeiten haben, das Betreiberrisiko insgesamt zu beherrschen. Von zentraler Bedeutung wird es daher zum einen sein, in den Schwellen- und Entwicklungsländern zügig das entsprechende privatwirtschaftliche und öffentliche Know-how aufzubauen, um eine schnelle Diffusion von Windenergie zu erleichtern. Zum anderen ist von Bedeutung, die erforderlichen institutionellen Rahmenbedingungen schrittweise einzuführen und den Vollzug sicherzustellen. Neben den Erfordernissen, die auf nationaler Ebene vorangetrieben werden können, kann aber auch die **internationale Zusammenarbeit** mit Know-how und mit finanzieller Unterstützung helfen: Für die Beschleunigung der Umsetzung von Windparks werden daher neben den Instrumenten der internationalen Entwicklungszusammenarbeit (Zuschüsse, günstige Kreditkonditionen und technische Zusammenarbeit) insbesondere länderspezifische Garantien oder andere Formen der selektiven Risikoübernahme durch die öffentliche Hand vorgeschlagen (z. B. First-Loss-Tranchen, Co-Investitionen, international refinanzierte Einspeisegesetze etc.), um Investitionen des Privatsektors zu erleichtern.

4.3.4.2 Netzunabhängige Energieversorgung (Dorfstromsysteme und Solar Home Systems (SHSs))

Für etwa 1,3 Mrd. Menschen, die keinen Zugang zu einem Netz haben, stellen die neuen Möglichkeiten der dezentralen, netzunabhängigen Stromversorgung mit erneuerbaren Energien eine relevante Chance dar, ihren Lebensstandard erheblich zu verbessern und dabei die negativen Auswirkungen auf das Klima möglichst gering zu halten.

(a) Dorfstromsysteme

Netzunabhängige Dorfstromsysteme ermöglichen nicht nur eine private, sondern auch die gewerbliche Nutzung von Strom und unterstützen so die wirtschaftliche Entwicklung in ländlichen Regionen in Schwellen- und Entwicklungsländern. Derzeit sind sie allerdings noch nicht allein privatwirtschaftlich finanzierbar. Peterschmidt (2013) kommen zu folgender Einschätzung:

- Auf der Ebene der **Geschäftsmodelle** besteht eine große Herausforderung in der richtigen Verteilung von Kosten, Risiken, Ertrag und Verantwortung zwischen Investoren, lokalen Unternehmern und den Kunden, d. h. der Kommune bzw. der Dorfbevölkerung. Einige Unternehmen haben dafür kreative Modelle mit geteilter Verantwortung entwickelt: Die Verantwortung für die Stromerzeugung wird von privaten Unternehmen / Investoren getragen, das Stromnetz jedoch gehört der Dorfgemeinschaft und wird von ihr betrieben.

- Auf der Ebene der **Rahmenbedingungen** zeigt sich, dass entsprechende nationale und regionale Regulierungen entweder fehlen oder für Dorfstromsysteme ungeeignet sind. Auf diese Weise entstehen hohe Risiken und Transaktionskosten für private Projektentwickler bzw. Investoren in der Anbahnung entsprechender Projekte, da zunächst die institutionellen Voraussetzungen zu entwickeln sind. Darüber hinaus ist die Verknüpfung von öffentlichen Rahmenbedingungen und Förderinstrumenten aufgrund der sehr unterschiedlichen Entscheidungsprozesse öffentlicher und privater Investoren sehr aufwendig.

- Diese Kombination von Herausforderungen führt zu einem derzeit noch hohen Aufwand bzw. **Finanzierungsbedarf** privatwirtschaftlicher Unternehmer bzw. Projektentwickler in Höhe von ca. 200.000 USD bis etwa 1 Mio. USD, um vom Start der Projektierung (Anpassung eines Modells an die lokalen Bedingungen) bis zu einem investor(en)gestützten Betrieb zu gelangen.

- Um private **Investoren und Kreditinstitute**, lokale und internationale Energieversorger oder (Social) Impact- und (halb-)kommerzielle Investoren für die Finanzierung von Dorfstromsystemen zu gewinnen, ist aus heutiger Sicht eine öffentliche Co-Finanzierung (Zuschüsse, zinsgünstige Kredite etc.) und eine Übernahme von bestimmten Risiken erforderlich, da die Kosten und Risiken der Projektplanungsphase hoch sind und sich die erforderliche Investition typischerweise nicht voll über die Tarife amortisieren lässt. Zudem zeigt die Erfahrung, dass begleitende Programme zur Anregung der gewerblichen Nutzung des Stroms hilfreich sein können.

(b) Solar Home Systems (SHSs)

Zur Verbreitung von **Solar Home Systems (SHSs)** haben sich in einigen Ländern bereits kommerzielle Unternehmen oder Social Entrepreneurs etablieren können. Friebe (2013) kommen zu folgender Einschätzung bzgl. der Geschäftsmodelle und der Rahmenbedingungen:

- Es zeigt sich, dass insbesondere **Geschäftsmodelle**, die neben dem Produkt auch Dienstleistungen vor allem in den Bereichen Finanzierung und Wartung anbieten, erfolgversprechend sind. Diese sind zwingend notwendig, um einen großen Teil der potenziellen Kunden zu erreichen. Mietkauf- oder Leasing-Modelle (und entsprechende Vorfinanzierung durch den Unternehmer) sind insbesondere dann von Bedeutung, wenn die erforderliche Investition im Verhältnis zu Vermögen und Einkommen des Kunden hoch ist und der Kunde keine Möglichkeit hat, einen Mikrokredit aufzunehmen. Zugleich erwarten die Kunden, dass der Unternehmer über einen gewissen Zeitraum im Rahmen eines Wartungsvertrags die Verantwortung für das System übernimmt. Ein reines Contracting- oder Service-Modell („Fee for Service"), das den Kunden vollständig von einem Anfangsinvestment entlasten würde, wird allerdings von den Unternehmen als zu riskant angesehen.

- Auf der Ebene der **Rahmenbedingungen** entstehen häufig Wettbewerbsverzerrungen durch Produkte mit geringer Qualität oder durch öffentliche Zuschüsse für Endkunden, die ein SHS kaufen möchten. In sich entwickelnden Märkten mit Unternehmen, die auf diese Produkte und Services spezialisiert sind, können öffentliche Förderprogramme, die deren Geschäftsmodell unterlaufen, zu einer Verdrängung privater Unternehmen führen.

Kebir (2013) zeigen auf, dass ein relevanter Finanzierungsbedarf bei lokalen Unternehmen in der Größenordnung von ca. 5.000 USD bis zu ca. 2 Mio. USD besteht, um ein weiteres Wachstum dieser Märkte zu ermöglichen. Diese Lücke wird von bestehenden Strukturen (Mikrofinanz- und lokalen Finanzinstituten) und internationalen Infrastruktur-Finanzierungsprogrammen typischerweise kaum adressiert. Wesentliche Gründe dafür sind zum einen hohe Transaktions- und Informationskosten, zum anderen liegen diese Volumina oberhalb typischer Mikrofinanzkredite. Als direkte Folge daraus bleibt die Entwicklung der Märkte hinter ihrem Potenzial zurück. Selbst wenn Kreditinstitute die Finanzierung trotz der hohen Transaktions- und Informationskosten schließen wollten, bleibt das Problem, dass es lokalen Unternehmern oft an den für eine Kreditvergabe erforderlichen Sicherheiten und dem Eigenkapital mangelt. Internationale Fördermechanismen (wie z. B. spezifische zinsgünstige Kreditlinien für lokale KMU, öffentliche Eigenkapitalfonds für Co-Investitionen, Zuschüsse für die Due Diligence privater Investoren) sowie Capacity Building für lokale Unternehmen (für die Entwicklung von unternehmerischem Know-how) und lokale Finanzinstitute (für die Durchführung einer Due Diligence etc.) könnten helfen, die Entwicklung dieser Unternehmen und Märkte voranzutreiben.

4.3.4.3 Schlussfolgerungen

Die CFI-Studien zu Windparks, Dorfnetzen und Solar Home Systems adressieren eine Lücke im Hinblick auf die Analyse konkreter Erfahrungen und insbesondere der Finanzierungshemmnisse von spezifischen Anwendungen, Geschäftsmodellen und Wertschöpfungsketten. Damit unterstützen und ergänzen sie weitere volkswirtschaftliche, entwicklungspolitische oder klimaschutz- und energiepolitische Perspektiven und die derzeitige internationale Debatte (Waissbein 2013; WBGU 2012; WEF 2011).

Mangelnde Anreize bzw. Rahmenbedingungen und nicht zuletzt mangelnde Mechanismen bzw. Strukturen der Unternehmens-, Projekt- und Infrastrukturfinanzierung hemmen den Ausbau der erneuerbaren Energien in Schwellen- und Entwicklungsländern. (Inter-)Nationale Finanzierungsmechanismen, gekoppelt mit entsprechenden Fördermaßnahmen und Regulierungen, könnten helfen, diese Barrieren abzubauen und einen wichtigen Beitrag zu einer „Energiewende" in Schwellen- und Entwicklungsländern zu leisten.

Es wird empfohlen, den Mangel an solchen spezifischen Finanzierungsstrukturen/-mechanismen in Wechselwirkung mit nationalen Rahmenbedingungen und der öffentlichen (internationalen) Förderung als entscheidende Herausforderung der internationalen **Klimapolitik** zu adressieren. Es wird daher vorgeschlagen, dass verstärkt regionen-, innovations- und anwendungsspezifische Finanzierungsmechanismen zur Mobilisierung privaten Kapitals (weiter-)entwickelt werden, die die jeweils sehr spezifischen Rendite-/Risiko-Profile berücksichtigen. Sie sollten gekoppelt werden mit Programmen der internationalen Entwicklungszusammenarbeit, die auf Capacity Building und Local Content ausgerichtet sind sowie mit der Entwicklung und Umsetzung der erforderlichen institutionellen Rahmenbedingungen in den Ländern (Nationally Appropriate Mitigation Action (NAMA)). Die derzeit in Diskussion befindliche Entwicklung des **Green Climate Fund** sollte daher dazu genutzt werden, dementsprechende spezifische Programme auf den Weg zu bringen.

Insbesondere im Hinblick auf **Windparks** liegt es nahe, auf Basis der bisherigen Erfahrungen in Industrie-, aber auch in Schwellen- und Entwicklungsländern die Umsetzung in Zusammenarbeit von nationalen Regierungen, (internationalen) öffentlichen Banken bzw. Finanzierungsprogrammen sowie institutionellen Investoren und Kreditinstituten zügig voranzutreiben. Internationale Finanzdienstleister könnten einen relevanten Beitrag zur Entwicklung entsprechender Mechanismen und der Finanzierung entsprechender Investitionen leisten. Für deutsche Technologieunternehmen bietet es sich zudem an, ihre langjährige Erfahrung und ihr Wissen in Bezug auf Technologien und Geschäftsmodelle einzubringen. Die Finanzierung von **Dorfstromnetzen und Solar Home Systems** ist dagegen noch weiter davon entfernt, geeignet für typische institutionelle Investoren und rein kommerzielle Kreditinstitute zu sein. Sie erfordert die Bereitschaft, höhere Risiken einzugehen, hohe Transaktionskosten zu tragen und sich trotz vergleichsweise geringer Rendite zu engagieren. Zugleich übersteigt das erforderliche Volumen häufig die Finanzierung durch Mikrofinanzinstitute, wie auch die wirtschaftlichen Risiken die Risikobereitschaft privater Investoren oftmals übersteigen. Hier sind neue Finanzierungsmechanismen erforderlich, die unter den gegebenen Bedingungen diese sozial und ökologisch hoch relevanten Märkte entwickeln können.

4.3.5 Kapitalmärkte für Unternehmensfinanzierung

Ein guter Kapitalmarktzugang ist eine wesentliche Voraussetzung für das Wachstum einer Industrie. **Finanzierungsstrukturen und Kapitalaufnahmemöglichkeiten** weisen allerdings typischerweise für jede Industrie Besonderheiten, Muster und Limitationen auf. In jungen Industrien wie der Cleantech-Branche gibt es bislang kaum industriespezifisches Erfahrungswissen, sodass potenzielle Investoren nicht die Möglichkeit haben, aus Erkenntnissen über vergangene Finanzierungsentscheidungen zu lernen. Auch politische Entscheidungsträger stehen vor der Herausforderung, ohne Erfahrungswissen beurteilen zu müssen, ob Kapitalmärkte für diesen Sektor normal funktionieren oder ein Marktversagen korrigierendes Eingreifen notwendig erscheinen lässt. Für den Cleantech-Sektor kommt hinzu, dass er ohnehin maßgeblich durch nationale und internationale staatliche Rahmensetzungen beeinflusst wird. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass Änderungen des staatlichen Regulierungsrahmens (und der Subventionen) Einfluss auf Kapitalmarktbewertung und Finanzierungsmöglichkeiten haben. Im Rahmen des CFI-Projekts konnte erstmals ein unabhängiges detailliertes, differenziertes Bild zur **Sensitivität** der Kapitalmarktbewertungen (insbesondere deutscher Unternehmen) auf neue Informationen und insbesondere auf Änderungen in der staatlichen Regulierung aufgezeigt werden. Während insbesondere von Unternehmen aus dem Bereich der erneuerbaren Energien immer wieder darauf verwiesen wird, dass Unternehmenswerte im Energiesektor und die Kapitalkosten in dieser Industrie besonders sensitiv auf **Änderungen der politischen Rahmendaten** reagieren, fand sich Anfang 2010 jenseits einiger anekdotischer Evidenz kaum ein Beleg für diese Behauptung. Ein klares Verständnis der Sensitivität von Unternehmenswert und Kapitalkosten ist aber elementar, wenn die Finanzierung der „Energiewende“ zu weiten Teilen über den Kapitalmarkt erfolgen muss. Ist die Sensitivität aber tatsächlich im unterstellten Umfang gegeben oder sogar noch stärker als gedacht, muss nationalstaatliche Politik und supranationale Regulierung noch viel vorausschauender agieren und die antizipierbaren Konsequenzen des eigenen Handelns bei der Gestaltung des institutionellen Umfelds angemessen und vollumfänglich berücksichtigen. Denn bei hoher Sensitivität gegenüber Änderungen im Regulierungsumfeld würden die Kapitalmarktteilnehmer die Finanzierungskonditionen für Cleantech-Unternehmen sehr stark (bzw. sogar kurzzeitig unangemessen heftig) anpassen und damit die Kapitalkosten und Finanzierungsmöglichkeiten nachhaltig adjustieren, was auch Einfluss auf langfristige Investitionsentscheidungen in diesem Sektor haben kann.

Zunächst werden Ergebnisse bzgl. der Fremdkapitalaufnahme von Cleantech-Unternehmen über den Kapitalmarkt dargestellt (Kap. 4.3.5.1); in einem nächsten Schritt werden Ergebnisse zur Eigenkapitalaufnahme zusammengefasst (Kap. 4.3.5.2). Ergänzt werden diese Untersuchungen durch Studien zur Sensitivität des Kapitalmarkts bei Cleantech-Unternehmen (Kap. 4.3.5.3) sowie mit spezifischem Bezug zu Änderungen ordnungspolitischer Rahmenbedingungen (Kap. 4.3.5.4). Darüber hinaus werden Kapitalmarktreaktionen auf Konsolidierungsschritte in der Cleantech-Industrie (Kap. 4.3.5.5) sowie die Kapitalmarktbewertung von (Forschungs-)Kooperationsankündigungen vorgestellt (Kap. 4.3.5.6).

4.3.5.1 Fremdkapitalaufnahme von Cleantech-Unternehmen über den Kapitalmarkt

Die Finanzierungskosten für einzelne Investitionen und ganze Unternehmen variieren sowohl industriespezifisch als auch über die Zeit. Um beurteilen zu können, ob deutsche Unternehmen der Cleantech-Industrie besondere Probleme mit der Aufnahme von Fremdkapital haben und deshalb unter diesbezüglichen Finanzierungsrestriktionen leiden und in ihren Investitionsmöglichkeiten eingeschränkt werden, sind die Fremdkapitalaufnahmemöglichkeiten von Unternehmen der Cleantech-Industrie zu ermitteln.

Im Rahmen des Projekts konnte ein differenzierter, aktueller Überblick insbesondere zu den **kapitalmarktorientierten Fremdkapitalkosten** in der Cleantech-Industrie aufgezeigt werden. Zu beachten ist dabei allerdings, dass es sich hier immer nur um eine Momentaufnahme handeln kann, da die Finanzierungsmöglichkeiten gegenwärtig insgesamt wenig stabil erscheinen und letztlich ein fortlaufendes Erfassen und Auswerten erfordern, wenn kürzerfristig auf sich zuspitzende Restriktionen vonseiten der Politik reagiert werden soll. Mit den Folgen der Finanzkrise und der verschärften Regulierung der Kreditwirtschaft wird generell der Kreditvergabespielraum vieler Banken stark eingeschränkt. Diese Restriktion muss keinesfalls auf eine „Kreditklemme“ hinauslaufen, aber viele Unternehmen wurden in den letzten Jahren proaktiv tätig und erschlossen sich mit dem Kapitalmarkt eine neue Quelle der Fremdkapitalfinanzierung.

Bzgl. der kapitalmarktbasierten Fremdkapitalaufnahme, also der Emission von Anleihen, zeigen sich Schwierigkeiten im derzeitigen Marktumfeld für Unternehmen, die zur Branche der erneuerbaren Energien gezählt werden (vgl. bspw. Cezanne *et al*. 2013):

- Die erfolgreiche Entwicklung des Segments **für Mittelstandsanleihen** in Deutschland seit 2010 hat zu einer Zunahme von Anleiheemissionen von Unternehmen der Erneuerbare-Energien-Branche geführt. So gehört die Branche zu einer der am stärksten vertretenen in den deutschen Segmenten für Mittelstandsanleihen. Grundsätzlich werden Anleihen aus diesem Segment als risikoreicher eingeschätzt, was sich in den im Vergleich zu anderen Unternehmensanleihen höheren Kuponzahlungen zeigt.

- In jüngster Vergangenheit kam es gehäuft zu **Insolvenzen** von Unternehmen verschiedenster Größen der Photovoltaik-Branche und (Teil-)Zahlungsausfällen für die entsprechenden Gläubiger. So fiel die Anleihe der Solon AG bspw. im April 2013 aus, ohne auch nur ein einziges Mal Zinsen gezahlt zu haben. Ausschlaggebend für die Insolvenzen sind u. a. sinkende Margen, nicht zuletzt infolge des hohen Konkurrenzdrucks aus dem Ausland. Auch die Kurse von Unternehmen anderer Erneuerbare-Energien-Branchen, wie etwa der Windkraft, gerieten dabei unter Druck.

- Insgesamt sorgt dies für **Unsicherheit im Markt und entsprechend für ein rückläufiges Vertrauen** und eine sinkende Investitionsbereitschaft vonseiten der Investoren. Dies zeigt sich unter anderem durch steigende Effektivverzinsungen im Sekundärmarkt, über die rationale Anleger das gestiegene wahrgenommene Risiko der Emittenten einpreisen.

Um dem derzeitigen schwierigen Marktumfeld für die Neuemission von Anleihen entgegenzuwirken oder es zumindest nicht weiter zu erschweren, sind die Rahmenbedingungen durch

die politischen Entscheidungsträger möglichst langfristig stabil zu halten bzw. nur mit einer entsprechenden Vorlaufzeit zu ändern. Aufgrund der Internationalisierung der Märkte können entsprechende **Selbstbindungen der Politik** allerdings nur dann die Finanzierungskosten der global agierenden Unternehmen in der Cleantech-Industrie nachhaltig senken, wenn sie für alle führenden Märkte in diesem Sektor gelten – also nicht nur in der EU, sondern auch in China und den USA. Insbesondere China hat in den vergangenen Jahren mit einem Kreditprogramm die Marktentwicklung massiv beeinflusst. Inwieweit bereits einzelne nationale Selbstbindungen bspw. in Deutschland spürbare Wirkung zumindest für heimische Unternehmen entfachen und so auch die Investitionsbereitschaft institutioneller Investoren erhöhen, ist ebenfalls über längere Zeiträume unter Einbeziehung aktueller Tendenzen in zukünftigen weiteren Analysen zu überprüfen.

4.3.5.2 Eigenkapitalaufnahme von Cleantech-Unternehmen über den Kapitalmarkt

Bisherige Studien konnten zwar die Abhängigkeit der Cleantech-Industrie vom regulatorischen Umfeld mit zahlreichen Facetten belegen, haben aber die Industrie selbst wenig differenziert betrachtet. Die diesbezüglich geforderte empirische Evidenz liefern Schmidt und Trillig (2013), wenn sie die kapitalmarktorientierten **Eigenkapitalkosten** größerer börsennotierter europäischer Solarunternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette analysieren, beginnend bei Siliziumherstellern bis hin zu Anlagenbetreibern. Sie konzentrieren sich dabei zum einen auf eine Differenzierung zwischen den jeweiligen Wertschöpfungsstufen und zum anderen auf die Zeitspanne von 2006 bis 2010. Es zeigen sich die erwarteten Unterschiede in den Kapitalkosten. Am Beginn der Wertschöpfungskette stehende Unternehmen weisen durchschnittlich die höchsten Kapitalkosten (etwa 9 Prozent) auf, wohingegen den Unternehmen am anderen Ende der Wertschöpfungskette lediglich etwa 6 Prozent an Kosten für das Eigenkapital vom Kapitalmarkt beigemessen werden. Die Sicherheit durch die Einspeisevergütung kann hier als ein treibender Grund für die vergleichsweise sehr niedrigen Kapitalkosten und den damit verbundenen leichten Zugang zu günstigem Eigenkapital bei den Betreibern angesehen werden. Eine zeitliche Differenzierung lässt auf allen Wertschöpfungsstufen in den Jahren 2006 und 2007 im Mittel höhere, jedoch eine starke Verringerung der Kapitalkosten von Mitte 2008 bis Mitte 2010 erkennen. Auch hier zeigen Unternehmen am Ende der Wertschöpfungskette angesiedelt zeitlich stabilere Eigenkapitalkostenverläufe.

In weiteren Studien wurden Möglichkeiten der Eigenkapitalfinanzierung von Cleantech-Unternehmen durch Eigenkapitalerhöhungen untersucht. Während Unternehmen in anderen Industrien gern den Zeitpunkt der Aufnahme neuen Eigenkapitals zu optimieren versuchen und deshalb erst nach einem längeren Kursanstieg und bei hohen Bewertungsniveaus neue Aktien anbieten, steht diese Option Cleantech-Unternehmen offensichtlich nicht offen. Vorlaufende Kursanstiege sind nicht zu beobachten, und die Verweildauer der zufließenden Barmittel ist ausgesprochen kurz. Die Gelder werden unmittelbar investiert, und der Verschuldungsgrad der Cleantech-Unternehmen ist trotz Erhöhung der Eigenkapitalbasis im Jahr nach der Kapitalaufnahme niedriger als im Jahr zuvor. Cleantech-Unternehmen nehmen mit dem Eigenkapital also in der Regel zusätzlich noch überproportional Fremdkapital auf, was die externe Investitionstätigkeit des Sektors illustriert (Ettenhuber 2013).

4.3.5.3 Sensitivität des Kapitalmarkts bei Cleantech-Unternehmen

Die Sensitivität der Kapitalmarktbewertung bei Cleantech-Unternehmen wurde in mehreren Untersuchungen eingehend analysiert. Ein erster Indikator für die Sensitivität der Unternehmenswerte im Bereich der erneuerbaren Energien wurde ermittelt, indem im Rahmen einer Ereignisstudie die **Werteffekte von Auftragseingängen** bei Unternehmen dieses Sektors ausgewertet wurden. Mitteilungen über Auftragseingänge sind sehr unscharfe Informationen über den zukünftigen Unternehmenserfolg und werden daher in den meisten Sektoren kaum vom Kapitalmarkt wahrgenommen. Fraunhoffer *et al.* (2012) können im Gegensatz dazu dokumentieren, dass insbesondere die kleineren Technologieanbieter unter den Cleantech-Unternehmen sehr wohl deutlich positive Neubewertungen erfahren, wenn sie im Rahmen ihrer Kommunikationspolitik von neuen Auftragseingängen berichten. Diese Reaktion ist nachvollziehbar, wenn Erkenntnisse der Behavioral Finance herangezogen werden. Verfügbarkeitsheuristiken und Overconfidence angesichts komplexer Bewertungssituationen lassen gerade für sehr schwierig zu bewertende Unternehmen bei insgesamt dürftiger Informationslage genau die positiven Handelsreaktionen und Werteffekte erwarten, die hier dokumentiert wurden. Die Ausgangsfrage konnte also klar positiv beantwortet werden. Cleantech-Aktien reagieren sehr sensitiv auch auf neue, auch unscharfe Informationen.

Die hohe Sensitivität der Börsenbewertungen im Cleantech-Sektor gegenüber Veröffentlichungen von Auftragseingängen kann auch als Indikator für die besondere **Unsicherheit** bei den Marktteilnehmern interpretiert werden. Wenn hohe Unsicherheit vorherrscht, liegt die Vermutung nahe, dass die klassischen professionellen Informationslieferanten an den Aktienmärkten, die **Finanzanalysten**, ebenfalls nur sehr begrenzt in der Lage sind, die zukünftigen Geschäftserfolge von Unternehmen in diesem Sektor zu prognostizieren. Unsicherheiten werden von Kapitalmarktteilnehmern grundsätzlich negativ aufgenommen und üblicherweise mit Bewertungsabschlägen berücksichtigt. Unternehmen, die in ihrer Finanzierung von solchen Unsicherheiten betroffen sind, können versuchen, durch ein besonders transparentes Auftreten und intensive Kommunikation diesen Unsicherheiten entgegenzutreten, was im Fremdkapitalbereich bislang nicht immer gelungen ist. Eine Alternative kann in der Wahl von Finanzierungsinstrumenten liegen, bei denen Anleger von der Unsicherheit direkt profitieren, wie bspw. durch die Ausgabe von Wandelanleihen, deren Wandlungsrecht im Wert mit der Volatilität und damit der Unsicherheit der Renditen schwankt. Eine ganz andere Möglichkeit zur Überwindung von Unsicherheiten ist gegeben, wenn Unternehmensexterne mit hoher Bewertungskompetenz durch wiederholte zutreffende Prognosen den übrigen Kapitalmarktteilnehmern die gefühlte Unsicherheit reduzieren.

Das schwierige Marktumfeld zu Beginn des letzten Jahres erlaubte hierzu ein einfaches natürliches Experiment. Schiereck und Wörfel (2013) haben dabei Finanzanalysten, die einen Arbeitsschwerpunkt im Bereich der erneuerbaren Energien haben und bei bekannten Kreditinstituten angestellt sind, nach ihren Erwartungen zu den mittel- und langfristigen Überlebenswahrscheinlichkeiten der deutschen Cleantech-Technologieanbieter gefragt. Bei dieser Befragung wurde darauf geachtet, dass keinerlei verzerrte Aussagen aufgrund von Haftungsbefürchtungen abgegeben wurden, sondern ein nach besten Schätzungen realistisches Bild geliefert wurde. Die Ergebnisse lassen sich knapp dahingehend zusammenfassen, dass selbst erfahrene Finanzanalysten nicht in der Lage waren, die Dramatik der Ereignisse der letzten 18

Monate auch nur ansatzweise in ihrem Umfang richtig zu antizipieren. Die Schätzungen waren viel zu optimistisch, was die Behavioral Finance mit einem „Status Quo Bias“ umschreibt. Nach diesen Einsichten kann auch von Finanzanalysten nicht erwartet werden, dass sie den Marktteilnehmern die gefühlte Unsicherheit bei der Bewertung von Cleantech-Aktien nehmen können und damit Investitionen in diese Titel erleichtern. Diese Erkenntnis spricht für die Einführung spezifischer **Informationsveranstaltungen** für Finanzanalysten, um durch Aufklärung (nicht zuletzt zu den anstehenden Veränderungen der politischen Rahmenbedingungen) bessere Prognosen im Cleantech-Sektor zu erreichen und so die Kapitalmarkt-finanzierung dieser Industrie zu erleichtern.

4.3.5.4 Sensitivität des Kapitalmarkts bzgl. Änderungen politischer Rahmenbedingungen

Wenn bereits kleine, in ihrer nachhaltigen Bewertungsrelevanz eher vernachlässigbare Ereignisse wie die Verkündung von Auftragseingängen zu signifikanten Neubewertungen von Cleantech-Unternehmen führen, ist der zu erwartende Werteffekt bei einschneidenden Großereignissen (wie z. B. staatliche Regulierung) noch ungleich stärker. Ein Blick allein auf staatliche Regulierungsschritte, die sich speziell an den Cleantech-Sektor richten, wäre hier aber zu kurz angesetzt. Denn es gilt immer auch zu bedenken, dass die gesamte Energieversorgung (inklusive der auf der Basis konventioneller Technologien sowie der Atomkraft) ein sehr interdependentes System bildet, bei dem keine Einheit ausgeblendet werden kann. Wenn durch große Wertverluste und starke Verteuerungen des Kapitals bspw. die Investitionsfähigkeit der **(konventionellen) Energieversorger** eingeschränkt wird, hat das zum einen auch Auswirkungen auf die Umsetzung der „Energiewende“, zum anderen ist es aber ebenfalls ein Indikator für die Sensitivität der Kapitalmärkte auf Änderungen der institutionellen Rahmenparameter in der gesamten deutschen Energieversorgung.

Die **Atomkatastrophe von Fukushima** und die sich daraus ableitenden Umbrüche in der deutschen Energiepolitik bzw. -wirtschaft („Energiewende“) bieten aus wissenschaftlicher Sicht auch ein einmaliges natürliches Experiment, um zu zeigen, mit welch dramatischen Kostensprüngen die kapitalmarktorientierte Unternehmensfinanzierung der deutschen Energieversorgungswirtschaft bei der Umsetzung der „Energiewende“ zurechtkommen muss. Diese Einsichten tragen erheblich dazu bei, allen politischen Entscheidungsträgern zu verdeutlichen, welche Konsequenzen sich aus fundamentalen politischen Richtungswechseln auf Einzelunternehmensebene ergeben. Angesichts der Größenordnung dieser finanziellen Belastungen wird auch unmittelbar klar, dass Vorsicht geboten ist bei der Abschätzung des weiteren Beitrags, den die deutsche Energiewirtschaft zur Umsetzung der „Energiewende“ kurz- und mittelfristig beitragen kann. Konkret untersuchen Schiereck und Trillig (2011), wiederum im Rahmen einer Ereignisstudie, welche Kapitalmarktreaktionen die **Aktien deutscher Energieversorger** nach dem Atomunglück in Japan erfahren haben. Die Beta-Faktoren (Maß für das Marktrisiko einer Aktie) zeigen einen starken, nachhaltigen Anstieg, was als dauerhaft erhöhtes Risiko der Eigenkapitaltitel von deutschen Energieversorgern zu interpretieren ist. Die Geschäftsmodelle der Energieversorger wurden also nach Fukushima neu bewertet, für dauerhaft riskanter eingestuft und mit höheren implizit geforderten Risikoprämien versehen. Um eine betragsmäßige Größenordnung dieser **Risikoadjustierung** zu approximieren, wurden für E.ON und RWE Eigenkapitalkosten vor und nach Fukushima berechnet und ein Anstieg von ca. 500 Mio. EUR pro Jahr und Unternehmen nur für die Renditeerwartungen der Eigenkapitalgeber ermittelt. Da sprunghafte Anstiege der Eigenkapitalkosten regelmäßig auch mit Anstiegen der Fremdkapitalkosten verbunden sind, wird deutlich, welch enorme Belastungen die deutsche Energiewirtschaft durch die Neubewertung der Unternehmensrisiken am Kapitalmarkt hinnehmen musste. Wenn die Kapitalbeschaffung für die Energieversorger also sehr viel teurer wurde, müssen auch neue Investitionsvorhaben dieser Unternehmen eine entsprechend deutlich höhere Mindestrendite erwirtschaften, um diese gestiegenen Finanzierungskosten zu erwirtschaften. Die Verteuerung des Kapitals und damit der Finanzierungskosten sorgen damit dafür, dass manche geplanten Investitionsprojekte, die vor Fukushima für die betroffenen Energieversorger noch vorteilhaft waren, nun unattraktiv erscheinen und deshalb nicht umgesetzt werden. Mit einem anderen Fokus analysiert Trillig (2012) die Kapitalmarktreaktionen bzgl. Aktien europäischer **Cleantech-Unternehmen** auf Änderungen des regulatorischen Umfelds.

Dabei konzentriert sich die Auswertung auf Regulierungsentscheidungen auf europäischer Ebene zwischen 2006 und 2010 und Unternehmen mit institutionellen **Anteilseignern aus der Gruppe der Venture-Capital- und Private-Equity-Funds**, bei denen eine besondere Beachtung durch den Kapitalmarkt unterstellt werden kann, da diese Miteigentümer einen vorgegebenen begrenzten Anlagezeitraum einhalten müssen, um die ihnen nur temporär überlassenen Gelder vereinbarungsgemäß zurückzuzahlen. Die Ergebnisse erweisen sich als konsistent zu den oben genannten Beobachtungen. Regulierungsentscheidungen, die positive Konsequenzen für die Cleantech-Industrie nach sich ziehen, führen zu positiven Werteffekten in Form von signifikanten Aktienkursanstiegen und gleichzeitig zu einer Reduktion des systematischen Risikos (Beta-Faktors). Bei negativ zu interpretierenden Entscheidungen fallen die Reaktionen entsprechend umgekehrt aus.

In einer Anschlussuntersuchung zeigen Schiereck und Trillig (2013) für einen neuen Datensatz, dass die für das Sample der VC-finanzierten Cleantech-Unternehmen abgeleiteten Erkenntnisse qualitativ unverändert bleiben, wenn die Analyse auf alle börsennotierten Unternehmen des Sektors ausgedehnt wird. Bedeutsam sind hier schon die methodischen Einsichten. Traditionell beschränken sich Ereignisstudien darauf, auf politische Regulierungsentscheidungen hin die kurzfristige Veränderung des Aktienkurses zu erfassen und diesen als (vollständigen) Werteffekt zu definieren. Die hier präsentierten Untersuchungen zeigen, dass so nur ein Teileffekt erfasst wird und der Gesamteffekt systematisch unterschätzt würde. Eine Analyse der Kapitalmarktreaktionen, die sich auf die Ermittlung von Aktienkursveränderungen beschränkt, bleibt nämlich unvollständig, wenn davon auszugehen ist, dass die untersuchten Ereignisse die Risikostrukturen eines Sektors maßgeblich beeinflussen. Bei den hier betrachteten Ereignissen wäre es regelmäßig zu einer Unterschätzung des Gesamteffekts gekommen. Die betroffenen Unternehmen erfahren durch restriktive Regulierungsschritte nicht nur eine Reduzierung im börslichen Marktwert ihrer Eigenkapitaltitel, was die zukünftige Aufnahme neuen Eigenkapitals verteuert, denn es müssen nun mehr Aktien platziert werden, um einen bestimmten Betrag einzusammeln. Gleichzeitig fordern die bestehenden Aktionäre schon für das aktuelle Eigenkapital eine höhere Verzinsung als Kompensation für das gestiegene systematische Risiko ihres Investments, was die Eigenkapitalkosten weiter in die Höhe treibt.

Mit Blick auf die Ausgangsfragestellung wird aber hier auch wiederholt eindeutige Evidenz präsentiert, die die sehr hohe und nachhaltige Sensitivität von Eigenkapitaltiteln und Finanzierungskosten in der Cleantech-Industrie in der Folge von Veränderungen des institutionellen und regulatorischen Umfelds unterstreicht. Politische Entscheidungsträger haben sich darauf einzustellen, dass auch reifere an der Börse notierte Unternehmen der Cleantech-Industrie vom **politischen Risiko** im Bereich der erneuerbaren Energien sehr stark betroffen sind. Dabei gilt es zudem zu beachten, dass der isolierte Blick nur auf die Kursreaktionen im Umfeld der Ankündigung von Regulierungsmaßnahmen das tatsächliche Ausmaß der Wertveränderung des Eigenkapitals

massiv unterzeichnet. Der dauerhafte Anstieg der Beta-Faktoren und damit des systematischen Risikos verteuert die Eigenkapitalkosten und erhöht die Renditeerwartungen der Investoren. Nicht nur die Regulierungsschritte, die als direkten Adressatenkreis die Unternehmen der Cleantech-Industrie haben, lösen heftige Werteffekte aus, und es sind auch nicht nur deutsche Unternehmen von entsprechenden Maßnahmen betroffen. Deb *et al.* (2013) zeigen, dass auch die **Regulierungsentscheidungen zum Emissionszertifikatemarkt**, die auf Emittenten von CO_2 abzielen, die europäischen Unternehmen der Cleantech-Industrie treffen. Verschärfungen der Emissionsrichtlinien und Verteuerungen von Verschmutzungsrechten beeinflussen positiv die Börsenbewertung von Anbietern alternativer Energien, auch wenn diese hier gar nicht im primären Fokus der Regulierung stehen. Werden konventionelle Energieproduzenten durch gesenkte Regulierungsstandards mit niedrigen CO_2-Preisen bedacht, fördert das einerseits die Produzenten konventioneller Energie. Es verschiebt sich aber auch die relative Kostenstruktur der Energiequellen untereinander, sodass andererseits die Anbieter erneuerbarer Energien in ihrer Wettbewerbsposition beeinträchtigt werden.

4.3.5.5 Kapitalmarktreaktionen auf Konsolidierungsschritte in der Cleantech-Industrie

Wenn politische Risiken eine auch im Industrievergleich sehr große Bedeutung in der Wahrnehmung der Investoren besitzen, sollten auch **Unternehmenszusammenschlüsse** (Mergers & Acquisitions (M&A)) in der Cleantech-Industrie, durch die größere und politisch wichtigere Einheiten entstehen, eine andere Kapitalmarktbewertung erfahren als in anderen Branchen. Die allgemeine, in zahlreichen empirischen Studien über verschiedene Zeiträume und geografisch definierte Märkte ermittelte Evidenz belegt durchschnittlich negative Kapitalmarktreaktionen für die Aktien der Käuferunternehmen, wenn M&A-Transaktionen von börsennotierten Käuferunternehmen angekündigt werden. Eisenbach *et al.* (2011) nutzen eine zu diesen zahlreichen Studien vergleichbare Methodik und konzentrieren sich auf Unternehmenskäufe in der internationalen Cleantech-Industrie von 2000 bis 2007. Der gewählte Untersuchungszeitraum umfasst eine Dekade mit den ersten Jahren vor der Lehman-Pleite und sorgt damit für eine hohe Robustheit der Ergebnisse. Für 337 Transaktionen finden sie im Durchschnitt signifikant positive Neubewertungen der Käuferunternehmen, die besonders positiv für kleinere, weniger stark wachsende Unternehmen ausfallen. Dieses Ergebnis weicht nicht nur von den sonst zu beobachtenden Kursmustern ab, sondern passt auch konsistent zur Sensitivität von Cleantech-Unternehmen bei politischen Risiken. Durch die mit dem Zusammenschluss erreichte neue Größe glaubten wohl viele Käuferunternehmen auch, nicht nur eine bedeutendere Stellung in ihrem Markt gewonnen zu haben, sondern auch als Ansprechpartner für die Politik interessanter geworden zu sein und so auch in individuellen Krisenfällen eher Unterstützung ersuchen zu können.

Um die Besonderheiten der Cleantech-Industrie noch einmal besonders herauszuarbeiten und dabei auch die Bedeutung der Finanzkommunikation zu unterstreichen, werten Fraunhoffer und Schiereck (2012) als **Vergleichsstudie die Kapitalmarktreaktionen bei 60 M&A-Transaktionen** im (konventionellen) europäischen Energiesektor zwischen 1998 und 2010 aus und zeigen dabei, dass nur Zusammenschlüsse, die bereits bei ihrer Ankündigung klare Synergiepotenziale aus der jeweiligen Transaktion benennen können, in der Lage sind, positive Wertreaktionen hervorzurufen. Im Schnitt aller betrachteten Transaktionen können keine positiven Kapitalmarkteffekte belegt werden.

4.3.5.6 Bewertung von (Forschungs-)Kooperationsankündigungen am Kapitalmarkt

Auf höheren Aggregationsstufen der Wertschöpfungsketten kommt es für die deutsche Industrie vor allem darauf an, neues Know-how aufzubauen, aber auch Zugriff auf technologisches Wissen von jungen Start-ups und anderen Unternehmen zu integrieren. Dies gilt insbesondere für technologisches Wissen im Bereich **Elektromobilität**. Dabei konzentrieren sich die Konzerne auf die technologischen Bereiche Antriebsstrang (Powertrain), Speichermodule und den Aufbau der benötigten Infrastruktur. Im Gegensatz zu erneuerbaren Energien sind viele dieser Technologien noch nicht zur Marktreife gebracht worden und stellen für die Unternehmen ein kaum kalkulierbares Risiko bezüglich zukünftiger Verwertbarkeit dar. Der klassische Wissenserwerb von nicht beherrschten Technologien durch Unternehmenszukäufe wird deshalb in den seltensten Fällen beschritten. Stattdessen setzt die Automobilindustrie vor allem auf (Forschungs-)Kooperationen, um Risiken, die üblicherweise bei Unternehmenszukäufen bestehen, auszuschließen. Für junge, innovative Unternehmen und ihre gegenwärtigen Eigentümer, wie etwa VC-/PE-Gesellschafter, besteht daher die Gefahr, keinen großen Käufer bzw. keine Exit-Optionen zu finden.

Babl und Jost (2013) haben deshalb die Bewertung der Ankündigung von (Forschungs-)Kooperationen am Kapitalmarkt genauer untersucht. Dabei stand vor allem die Frage im Raum, ob mit den beobachtbaren Kooperationen auch positive **finanzielle Effekte** für die (meist) kleineren Kooperationspartner verbunden sind. Da die einzelnen Vertragsbestandteile der Kooperationen in der Regel nicht mitkommuniziert, sondern nur die Kooperationsankündigungen durch die Presse verbreitet werden, wurden hier vor allem Reaktionen auf das (börsennotierte) Eigenkapital der beteiligten Unternehmen gemessen. Im Ergebnis zeigt sich, dass kleinere, innovative Kooperationspartner mit Elektromobilitäts-Know-how bei der Kooperation mit großen, etablierten Automobilunternehmen teils sehr stark profitieren können. Aufgrund der Stärke der gemessenen Bewertungseffekte ist davon auszugehen, dass die Kooperationen auch mit sehr positiven finanziellen Zukunftsaussichten für die kleineren Unternehmen verbunden sind. Es ist deshalb davon auszugehen, dass kleinere Unternehmen mit zukunftsträchtiger Technologie größere Kooperationspartner finden, die die Finanzierung und Weiterentwicklung sicherstellen. Da die Technologien oftmals mehrere Einsatzbereiche haben, können kleinere Unternehmen nicht nur als „Forschungseinheit“ fungieren, sondern auch eigenständig Produkte zur Marktreife führen (bspw. bei der Vermarktung von Batterien). Insgesamt hat die bereits stark konsolidierte Automobilindustrie mit den Forschungskooperationen offenbar ein probates Mittel zur Integration externen Wissens durch kleinere Kooperationspartner gefunden.

Auffällig ist jedoch, dass die Kooperationen meist mit amerikanischen und chinesischen Partnern durchgeführt werden; deutsche börsennotierte KMUs finden sich nur wenige. Dies kann mit dem starken Anteil von Batterieherstellern erklärt werden, die ihre Erfahrungen üblicherweise bei anderen Electronic Devices, wie bspw. Notebooks, gesammelt haben und in der Regel im amerikanisch-asiatischen Raum angesiedelt sind. Ein weiterer Grund kann darin liegen, dass die entsprechenden deutschen Unternehmen häufig nicht börsennotiert sind.

4.3.5.7 Nachhaltiges Investment

Die finanzwirtschaftliche Perspektive konzentriert sich typischerweise auf das Rendite-/Risiko-Verhältnis als das entscheidende Maß von Finanzierungsentscheidungen. Das Phänomen des nachhaltigen Investment i. S. des Einbezugs sogenannter nichtfinanzieller Kriterien (z. B. ökologische Auswirkungen, ökologische Effizienz, Arbeitsnormen, soziale Gerechtigkeit etc.) in die Investitionsentscheidung kann einerseits i. S. genau dieses finanzwirtschaftlichen Kriteriums untersucht werden. Aus finanzwirtschaftlicher Perspektive kann die Erweiterung des analytischen Rahmens dann als eine verbesserte Methode bzw. ein anderer Stil zur Erzielung einer adäquaten Rendite gelten. Dann geht es darum zu prüfen, ob und inwieweit der Einbezug der zusätzlichen nichtfinanziellen Kriterien die finanzielle Performance bzw. das Rendite-/Risiko-Verhältnis beeinflusst. Andererseits kommt, abweichend von der rein finanzwirtschaftlichen Perspektive, im Rahmen des nachhaltigen Investment oftmals eine **erweiterte ideelle Intention der Investoren** zur Geltung. Sie wollen wissen, ob sich ihre ökologischen und sozialen Werte auch tatsächlich in der Auswahl der Aktien und Anleihen widerspiegeln. Sie fordern dementsprechend eine viel weitergehende Transparenz. Auch für solche Investoren ist es allerdings wichtig, die finanziellen Auswirkungen der Umsetzung ihrer wertorientierten Intentionen im Rahmen von Investment-Strategien zu kennen.

In mehreren Studien wurden daher i. R. des CFI-Projekts Motive, Fragen der Transparenz und der finanziellen Performance von Konzepten des nachhaltigen Investment untersucht (von Flotow und Schröder 2013). Ziel dieser Untersuchungen ist es, zu prüfen, ob diese Konzepte auch ökonomisch rational sind und wie gegebenenfalls diese Konzepte so weiterentwickelt werden können, dass ihre Marktakzeptanz bei Anlegern steigt, mögliche Wirkungen auf die Nachhaltigkeits-Performance der Unternehmen gestärkt und Finanzierungskosten besonders nachhaltiger Unternehmen gesenkt werden können.

Im Rahmen einer Metastudie zum Zusammenhang von **finanzieller Performance** und der Anwendung eines solchen erweiterten Sets von nichtfinanziellen Kriterien zeigt sich, dass die meisten empirischen Studien keine negative Korrelation zwischen Nachhaltigkeitskriterien und der finanziellen Performance feststellen können. Dieses Ergebnis bestätigt frühere Studien. Vor dem Hintergrund der teilweise dramatischen Kursverluste und Insolvenzen der Unternehmen aus dem Bereich der erneuerbaren Energien und der enttäuschenden finanziellen Performance der entsprechenden Fonds seit 2008 haben solche generellen Studien allerdings eine besondere Relevanz, da diese negative Entwicklung in der öffentlichen Wahrnehmung z. T. auch auf die breiteren Konzepte übertragen wurde.

Im Rahmen einer repräsentativen Befragung von ca. 500 **privaten Fondsanlegern** wurden Motive und Erwartungen mit einem besonderen Fokus auf die Berücksichtigung von Aspekten des Klimaschutzes abgefragt. Im Wesentlichen bestätigen diese Ergebnisse die Vermutung, dass die Privatanleger sich für entsprechende Konzepte interessieren, wenn sie zugleich ihren unmittelbaren finanziellen Zielen gerecht werden und transparent und glaubwürdig sind. Gefragt nach den Anlagezielen, stehen finanzielle Anlagekriterien wie **Sicherheit** (78 Prozent), **Rentabilität** (61 Prozent) sowie eine **hohe Rendite** (54 Prozent) im Vordergrund, gefolgt von **Klimaschutz** (40 Prozent). Daraus ergibt sich eine eindeutige Hierarchie der Ziele, die auch plausibel ist. Und dementsprechend erwarten die Fondsanleger eine **Beratung**, die sich prioritär an ihren Rendite- und Risikovorstellungen sowie an der jeweils persönlichen Finanz- und Lebensplanung ausrichtet. Zugleich geben zwei Drittel an, auf die Möglichkeiten, bei der Vermögensanlage auch Aspekte des Klimaschutzes zu berücksichtigen, im Rahmen von Beratungsgesprächen noch nicht angesprochen worden zu sein. Vor dem Hintergrund des prinzipiell großen Interesses eröffnet sich hier ein Markt für entsprechend spezialisierte Beratungskonzepte und ein Differenzierungsfeld für Banken und Sparkassen. Weiterhin spielt **Transparenz** für die befragten Fondsanleger eine entscheidende und übergeordnete Rolle. Drei Viertel der befragten Fondsanleger sind davon überzeugt, dass Fonds ihre Anlagekriterien der Öffentlichkeit zugänglich machen sollten.

Ergänzend zu dieser Marktstudie wurden börsennotierte Unternehmen in Deutschland nach ihrer Wahrnehmung des nachhaltigen Investment und insbesondere der Berücksichtigung von Aspekten des Klimaschutzes befragt (von Flotow und Kachel 2011).

- Die börsennotierten Unternehmen nehmen die Fragen der Akteure des nachhaltigen Investment an die Unternehmen ernst. Mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen (56 Prozent) gewinnt aus den Anfragen Hinweise für die Gestaltung zukünftiger **Managementmaßnahmen**. Dies ist eine wesentliche Steigerung gegenüber 2003: Damals gaben lediglich 38 Prozent der Befragten an, den Anfragen Hinweise für die Gestaltung zukünftiger Maßnahmen zu entnehmen. Man kann dies als eine auch volkswirtschaftlich sehr positive Wirkung des nachhaltigen Investment ansehen.

- Aus Sicht der Mehrheit der Befragten gewinnt das Thema **Klimaschutz** auch in der Kommunikation mit Akteuren des Finanzmarkts an Bedeutung; bei den DAX-Unternehmen nehmen dies über 60 Prozent so wahr. 71 Prozent der Befragten sehen in einer weiteren Reduktion klimarelevanter Emissionen einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung ihres Unternehmens. Einen Beitrag zum Shareholder Value sehen darin allerdings nur 34 Prozent. Ein „Programm zum Klimaschutz mit konkreten Maßnahmen“ setzen nur 35 Prozent der Befragten um; bei den DAX-Unternehmen sind es allerdings 83 Prozent. Wenn diese Ergebnisse auch als ein Hinweis auf die tatsächlichen Zielkonflikte zwischen dem positiven Beitrag von Klimaschutz zur langfristigen Unternehmensentwicklung einerseits und einer auf den kurzfristigen Shareholder Value ausgerichteten Unternehmensstrategie andererseits angesehen werden können, wird deutlich, wie wichtig es ist, dass Investoren die Bedeutung von Klimaschutz adressieren und Transparenz einfordern. Und es wird deutlich, wie entscheidend das Setzen der Rahmenbedingungen ist, um die Anreize für die Umsetzung von Klimaschutz-Maßnahmen zu erhöhen.

Es ist insbesondere die potenzielle Wirkung des nachhaltigen Investment auf das Management und auch das Offenlegen von Zielkonflikten, die es auch aus einer umweltökonomischen Sicht lohnenswert macht, diese Konzepte und ihre mögliche Wirkung weiter zu untersuchen und zu unterstützen.

Gemessen an der Relevanz, die sie der Nachhaltigkeit und dem Markt für nachhaltiges Investment zurechnen, sowie an dem Aufwand, den sie für die Beantwortung der Anfragen tätigen, sehen die befragten Unternehmen die **Transparenz** der Bewertungsprozesse bzw. des Markts für nachhaltige Kapitalanlagen nach wie vor als unbefriedigend an. Vollkommen transparent erscheinen die Bewertungsprozesse, mit deren Hilfe Fondsgesellschaften oder Rating-Agenturen aus den Unternehmensangaben ein Gesamturteil über die Nachhaltigkeit eines Unternehmens ableiten, weniger als 10 Prozent der Unternehmen. Allerdings verhalten sich auch die Unternehmen selbst nicht durchgängig transparent. Nicht alle Unternehmen veröffentlichen

auch die Informationen, die sie den nachhaltigkeitsorientierten Analysten und Rating-Agenturen zur Verfügung stellen.

Nicht zuletzt auf Basis des Interesses der privaten Fondsanleger an diesen Konzepten, dem Ruf nach mehr Transparenz seitens der privaten Fondsanleger wie auch der börsennotierten Unternehmen wird es als wesentlich angesehen, dass sowohl die börsennotierten Unternehmen als auch die Rating-Agenturen und die Fondsgesellschaften zukünftig die Transparenz tatsächlich verbessern. Zu diesem Zweck hat der **Rat für Nachhaltige Entwicklung** (RNE) den Deutschen Nachhaltigkeitskodex und das **Forum Nachhaltige Geldanlagen** eine Transparenz-Matrix für Fonds jeweils gemeinsam mit Stakeholdern entwickelt. Beide Instrumente orientieren sich an dem Ziel, die **Informationskosten** für die Nutzer möglichst gering zu halten und Informations-Asymmetrien abzubauen. Das Sustainable Business Institute (SBI) hat daher im Rahmen des CFI-Projekts beide Dialogprozesse aktiv unterstützt. Beide Instrumente können über die Marktplattform **www.nachhaltiges-investment.org** genutzt werden. Ohne eine kontinuierliche Verbesserung der Transparenz und die kontinuierliche Verfolgung und Bestätigung der Aussage, dass nachhaltiges Investment keinen systematischen Renditenachteil bedeutet, wird sich der Markt für nachhaltiges Investment nicht weiterentwickeln und seine positive Wirkung auf das Management nicht ausbauen können.

4.3.5.8 Schlussfolgerungen zum Kapitalmarkt

Der Erfolg der Politik der „Energiewende“ hängt von verschiedenen Bedingungen ab: der Verfügbarkeit der Innovationen, einer adäquaten Regulierung der Märkte, dem Aufbau einer Klimaschutz-Industrie und nicht zuletzt einem funktionierenden Kapitalmarkt(-zugang) für die Unternehmen. Letzteres gilt vor allem dann, wenn die „Energiewende“ zum großen Teil privatwirtschaftlich durch den Kapitalmarkt finanziert werden soll. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bedeutet dies, dass die Politik bei der Gestaltung und Änderung der Rahmenbedingungen die Reaktionen des Kapitalmarkts berücksichtigen sollte. Sie beeinflusst direkt und indirekt die Kapitalkosten der an der „Energiewende“ beteiligten Unternehmen. Günstige Kapitalmarktbedingungen können das weitere Gelingen der „Energiewende“ befördern. Umgekehrt müssen sich die Kapitalmarktakteure darauf einstellen, dass sich die Klimaschutz- und Energiepolitik auf absehbare Zeit Änderungen der Rahmenbedingungen vorbehalten wird.

Es zeigt sich, dass der Kapitalmarkt insgesamt hochsensibel auf regulatorische Änderungen reagiert. Dabei gilt es zudem zu beachten, dass der isolierte Blick nur auf die Kursreaktionen im Umfeld der Ankündigung von Regulierungsmaßnahmen das tatsächliche Ausmaß der Kapitalmarktreaktion massiv unterzeichnet. Der dauerhafte Anstieg des systematischen Risikos nach dem „Atomausstieg“ zeigt dies für die Eigenkapitalkosten der **Energieversorgungsunternehmen**. Die Politik muss sich zudem darauf einstellen, dass auch reifere an der Börse notierte Unternehmen der **Cleantech-Industrie** nicht nur von Marktrisiken, sondern auch vom politischen Risiko im Bereich der erneuerbaren Energien sehr stark betroffen sind. **Änderungen von Rahmenbedingungen** sollten daher möglichst langfristig angekündigt werden. Vor dem Hintergrund der Internationalisierung der Märkte und einem scharfen internationalen Wettbewerb um die Cleantech-Märkte ergeben sich daraus auch Anforderungen an die internationale Koordination der Politik.

In diversen Studien wurde zudem der Kapitalmarktzugang für Cleantech-Unternehmen untersucht. Dabei zeigt sich, dass die Finanzierung mit **Fremdkapitalmitteln** für die meisten Unternehmen in den Jahren nach der Finanzkrise deutlich erschwert wurde. Wandelanleihen als Finanzinstrument konnten dieser Tendenz nicht entgegenwirken. Auf der **Eigenkapitalseite** sind die Unternehmen von einem positiven allgemeinen Marktumfeld abhängig. Sowohl Börsengänge als auch Kapitalerhöhungen benötigen ein gutes „Timing“. In eher unruhigen Zeiten haben es Cleantech-Unternehmen im Vergleich zu anderen Branchen mit niedrigerem Risikoprofil eher schwerer, Anleger zu begeistern.

Sowohl **Forschungskooperationen** als auch **Zukäufe und Fusionen** gewinnen für die Unternehmen an Bedeutung, um am Weltmarkt bestehen zu können. In Bezug auf die Wirkungen der fortschreitenden Konsolidierung der Branche kann festgehalten werden, dass insbesondere kleinere Unternehmen von M&A-Transaktionen profitieren konnten. Schließlich zeigt sich bzgl. der **Kapitalkosten** entlang der Wertschöpfungsketten, dass insbesondere auf früheren Wertschöpfungsphasen wesentlich höhere Kapitalkosten bestehen als auf späteren. Für die Förderpolitik kann daher indikativ abgeleitet werden, dass eine Förderung auf den früheren Wertschöpfungsebenen notwendiger ist, weil die Risiken höher sind und Eigenkapital schwerer zu beschaffen ist.

Es besteht ein erheblicher Bedarf, auf dem Kapitalmarkt die **Transparenz bzgl. der Nachhaltigkeit** von börsennotierten Unternehmen (u. a. mit Bezug auf den Klimaschutz) zu erhöhen bzw. die Informationskosten zu senken. Es wird empfohlen, die Umsetzung entsprechender Initiativen durch Forschung (zur Wirksamkeit sowie zu den Chancen und Risiken) zu stärken. Die Ergebnisse der durchgeführten Kapitalmarktstudien sprechen darüber hinaus auch für verbesserte Informations-Services mit Blick auf Klimaschutz-Technologien bzw. Cleantech allgemein, um die Kapitalmarktfinanzierung dieser Industrie zu erleichtern bzw. die **Erwartungsbildung** der Finanzanalysten zu unterstützen.

4.4 Schlussfolgerungen zu Innovationen zum Klimaschutz

Investoren, Kreditinstitute und Versicherer haben in den vergangenen Jahren national und international dazu beigetragen, Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien zu finanzieren und das Wachstum von Unternehmen und damit auch Märkten zu realisieren. Die Analysen und Dialoge zeigen, dass sich verschiedene Märkte entwickeln konnten, innerhalb derer die Marktteilnehmer sich – soweit dies beobachtbar ist – im Wesentlichen rational verhalten. Die Analysen zeigen aber auch, dass sich die Akteure teilweise aufgrund der Nichtvorhersehbarkeit des Ausgangs des Innovationsprozesses der einzelnen Technologien sowie der globalen Entwicklungen des Klimawandels und der Problematik der schwer prognostizierbaren Entwicklung der Klimaschutz-Politik nur begrenzt rational verhalten (können).

Ausgehend von sehr überschaubaren Anfängen am Anfang des letzten Jahrzehnts haben sich die Märkte sehr dynamisch entwickeln können. Rückblickend auf die letzten fünf Jahre waren die **Erwartungen** der Investoren und Kreditinstitute in das schnelle Wachstum dieser Unternehmen und Märkte allerdings teilweise zu hoch. Insgesamt nimmt derzeit die Risikobereitschaft im Hinblick auf Innovationen und die Finanzierung entsprechender Unternehmen ab.

Hier machen sich Wechselwirkungen zwischen

- der ohnehin großen Herausforderung, den potenziellen Erfolg von Innovationen und neuen Märkten abzuschätzen,
- der Unsicherheit bzgl. der weiteren Entwicklungen der (internationalen) Klimaschutzpolitik und
- der anhaltenden Finanzmarktkrise sowie der Finanzmarktregulierung

negativ bemerkbar. Dementsprechend bleiben derzeit Investitionen, die den Klimawandel und damit verbundene ökonomische Risiken minimieren können, hinter den bereits heute bestehenden technologischen Möglichkeiten und dem wohlfahrtsökonomisch gewünschten Ausmaß zurück. Nicht zuletzt diese Wechselwirkungen und das dementsprechend instabile Umfeld machen es erforderlich, die Finanzierungsperspektive stärker mit der Perspektive der technischen Forschung und der Innovationspolitik zu verknüpfen.

Insgesamt zeigt sich, dass die Möglichkeit besteht, mit verbesserter **privatwirtschaftlicher Kompetenz**, verbesserten privatwirtschaftlichen Organisationsstrukturen, entsprechenden Finanzierungsangeboten, Kooperationen und Kommunikation mehr Optionen der Finanzierung zu entdecken, zu realisieren und zu skalieren. Darauf weisen die organisatorischen und strategischen Maßnahmen der Finanzdienstleister hin, die darauf zielen, entsprechende Kompetenzen auszubauen und zu nutzen. All dies erfolgt, auch ohne die privatwirtschaftliche Entscheidungslogik bzw. ein angemessenes Rendite-/Risiko-Verhältnis generell oder im Einzelfall infrage zu stellen. Und in diesem Sinne ist auch ein Wettbewerb um die kompetente Begleitung der Kunden in verschiedenen Geschäftsfeldern der Finanzdienstleister entstanden (Fonds und Genossenschaften zur Finanzierung erneuerbarer Energien, Angebote für nachhaltiges Investment in Aktien und Renten etc.).

Des Weiteren zeigen die Analysen und Dialoge aber auch, dass die Möglichkeit und der Bedarf besteht, **Hemmnisse der Finanzierung** von Innovationen zum Klimaschutz, die über Herausforderungen der Kompetenzbildung hinausgehen, als solche zu adressieren, und dass mehr proaktive Ideen zur Überwindung solcher Hemmnisse zu generieren sind. Dies bezieht sich insbesondere auf die Finanzierung von

- innovativen KMU,
- innovativen Unternehmen in der Phase der Kommerzialisierung,
- systemischen Innovationen (d. h. Innovationen mit einer hohen Abhängigkeit von Regulierung oder komplementären Infrastrukturen wie etwa im Bereich Netze und Speicherung),
- Investitionen in Energieeffizienz und
- Investitionen in erneuerbare Energien in Schwellen- und Entwicklungsländern.

Spiegelbildlich zeigt sich auf der Seite der öffentlich geförderten Forschung und der **Forschungspolitik**, wie diese mit Blick auf den Finanzsektor einen Beitrag dazu leisten kann,

- Intentionen und Potenziale zu mobilisieren, vorhandene Unsicherheiten, soweit möglich, in (kalkulierbare) Risiken zu transformieren,
- bestehende Informations- und Transaktionskosten und Informations-Asymmetrien abzubauen und so die (rationale) Erwartungsbildung und die Kompetenzen der Finanzdienstleister mit entsprechenden Informationen zu unterstützen,
- weitergehende ökonomische und institutionelle Hemmnisse frühzeitig zu identifizieren und
- Handlungsspielräume zu entdecken, neue Konzepte, Strukturen und Geschäftsmodelle zu entwickeln sowie auch Rahmenbedingungen und Anreize zu reflektieren.

Es gilt, vorausschauend Markt- und Finanzierungshemmnisse sowie zukünftige Finanzierungsbedarfe (Volumina, Finanzierungsstrukturen) innovativer Technologien und Anwendungen, Projekte, Infrastrukturen und Unternehmen zu identifizieren. Und es geht darum, kontinuierlich rückblickend Erfahrungswissen aufzubereiten und verfügbar zu machen, um privatwirtschaftliche und öffentliche Handlungsbedarfe abzuleiten.

Zum einen können so Beiträge auf der Ebene von konkreten Innovations- und Anwendungsfeldern und **Innovationslebenszyklen** erarbeitet werden, die den privatwirtschaftlichen wie auch den öffentlichen Akteuren dienen. Dazu kann, aufbauend auf Analysen, auch gehören, die Entwicklung von Finanzierungsstrukturen und -mechanismen, Geschäftsmodellen wie z. B. Contracting und Leasing und weiteren Maßnahmen voranzutreiben, die helfen, Investitionen über den gesamten Innovationslebenszyklus hinweg zu beschleunigen und **Leitmärkte** zu entwickeln.

Zum anderen kann die Analyse der Wechselwirkungen zwischen den **Finanzmärkten** zur Unternehmens- und Projektfinanzierung und den politischen Rahmenbedingungen auch unabhängig von einzelnen Innovations- und Anwendungsfeldern wichtige Beiträge zur Analyse von Marktfriktionen sowie Finanzierungskosten und damit Kosten der „Energiewende“ leisten. Eine sich wieder verschärfende Krise der Finanzmärkte wie auch nichtintendierte Nebenwirkungen der Finanzmarktregulierung können sich negativ auf die Finanzierungsbedingungen von Innovationen zum Klimaschutz und damit auf den Erfolg der „Energiewende“ in Deutschland, aber auch international auswirken.

5 ZUSAMMENFASSENDE PERSPEKTIVEN

Die Finanzierungsperspektive des CFI-Projekts fokussiert die wissenschaftlichen Analysen auf die Finanzdienstleister als Träger der privatwirtschaftlichen (monetären) Rationalität; d. h., sie analysiert Märkte, Unternehmen, Projekte, Technologien, Rahmenbedingungen etc. unter dem Gesichtspunkt von Rendite-/Risiko-Kalkülen. Die volks- und betriebswirtschaftliche Forschung hat sich zwar mit den generischen, rationalen Verhaltensweisen (Risiko-/Rendite-Abschätzung und Allokation von Kapital) bereits in anderen (neoklassischen) Untersuchungen intensiv befasst; sie hat sich allerdings bisher kaum mit konkreten Finanzierungsfragen wie z. B. im Kontext von Klimawandel und Klimaschutz beschäftigt. Daher zielt das CFI-Projekt darauf ab, die Möglichkeiten und Grenzen des Finanzsektors (Kreditinstitute, Versicherer, Investoren) aufzuzeigen, Beiträge zu einer

- Verbesserung der Information für eine effiziente und effektive Anpassung an den Klimawandel bzw. ein optimiertes Risikomanagement und

- Beschleunigung der Kommerzialisierung und Diffusion von Klimaschutz-Innovationen

zu leisten. Mit diesem Fokus wird eine wissenschaftliche Lücke und zugleich ein auch längerfristiges Problem der Umsetzung von Strategien der Anpassung an Veränderungen des Klimas sowie der Klimaschutz-Strategien bearbeitet. Diese finanzwirtschaftliche Perspektive ergänzt die Analyse der Entwicklung des Klimas und seiner Folgen, die technische Forschung, die klimaökonomische und die noch weiter gefasste transformations- bzw. evolutionsökonomische Perspektive, die auch weitere Aspekte der gesellschaftlichen und kulturellen Veränderungen einschließt. Die Gültigkeit der so gewonnenen kontextbezogenen Aussagen ist zwar immer zeitbedingt, d. h. abhängig vom gegebenen Stand der Technik, den konkreten wirtschaftlichen und den aktuellen gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen sowie den jeweiligen Erwartungen der Akteure; zugleich wurden aber darüber hinaus auch theoretische und konzeptionelle Grundlagen geschaffen, auf denen aufgebaut werden kann.

Einerseits trägt diese Perspektive dazu bei, **Zielkonflikte** zwischen unterschiedlichen politischen (finanzwirtschaftlichen, wirtschafts- und klimapolitischen) Zielen und auch privatwirtschaftlichen und wohlfahrtsökonomischen Zielen offenzulegen, und sie bestätigt den Bedarf an Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen. Andererseits werden dabei aber auch konkrete **Handlungsspielräume** der einzelnen Akteure deutlich. Damit wird zugleich die Möglichkeit geschaffen, die Ergebnisse der Analysen der einzelnen Finanzmärkte an wohlfahrtsökonomischen Kriterien zu messen.

Es zeigt sich, dass die Anreize, sich aktiv mit den zukünftigen wetterbedingten Risiken auseinanderzusetzen und entsprechende Entwicklungen von **Klimainformations-Services** voranzutreiben sowie die Rolle als Informations-Intermediäre anzunehmen, über alle Finanzmärkte betrachtet heute noch relativ schwach sind und dass die Transaktions- und Informationskosten für die Verbreitung von Wissen zu Veränderungen des wetterbedingten Risikos als relativ hoch empfunden werden (Preisbildungen sind hier kaum beobachtbar).

Auch im Hinblick auf die schnelle Kommerzialisierung von **Innovationen zum Klimaschutz** zeigen sich erhebliche Marktfriktionen. Hier erweisen sich die Anreize, sich in einer frühen Phase aktiv mit Innovationen zum Klimaschutz zu befassen und entsprechende finanzielle Risiken zu übernehmen, derzeit als eher schwach. Hingegen sind die Anreize, bei langfristig stabilen Rahmenbedingungen Unternehmen und Projekte mit marktreifen, erprobten, d. h. skalierbaren Technologien zu finanzieren, hoch.

Zugleich zeigen die Analysen und Dialoge, dass diese **Herausforderungen** in beiderlei Hinsicht trotz teilweise schwacher Anreize bzw. erheblicher Informations-Asymmetrien mithilfe des Ausbaus von **Kompetenzen**, mit organisatorischen Maßnahmen, neuen (systematischen) Kooperationen und der Entwicklung neuer Strukturen – nicht zuletzt auf Basis normativer Selbstverpflichtung – adressiert werden können. Damit bestätigt sich, dass die Finanz-Intermediäre das Potenzial haben, als **Informations-Intermediäre** und als **Partner** eine aktive Rolle bei der Weiterentwicklung des Risikomanagements bzgl. der wetterbedingten Risiken und auch im Hinblick auf die Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zum Klimaschutz zu spielen. Teilweise handelt es sich aber auch um derzeit privatwirtschaftlich nicht tragbare **Kosten** (nicht zuletzt Informations- und Transaktionskosten) und **Risiken** oder um **Unsicherheiten**, die nicht aus dem Finanzsektor heraus überwunden werden können.

Insgesamt ergibt sich daraus, dass es weiterhin erheblicher öffentlicher und privater Anstrengungen bedarf, um das Potenzial des Finanzsektors über die derzeitigen Grenzen hinaus in die Richtung einer frühzeitigen Berücksichtigung der wetterbedingten Risiken und in Richtung einer Beschleunigung des Prozesses der Kommerzialisierung und Diffusion von Innovationen zum Klimaschutz zu lenken. Für die differenzierte Beobachtung solcher Hemmnisse und die konkrete Bearbeitung von Herausforderungen im Rahmen der Weiterentwicklung der Klimaanpassungs- und Klimainformations-Politik, der Klimaschutz-Politik bzw. der Transformation des Energiesektors national und international haben sich eine Reihe von Zugängen als hilfreich erwiesen und erscheinen auch für die Zukunft fruchtbar:

- schnelle **Generierung von Erfahrungswissen und Wissenstransfer** zwischen der technischen und der naturwissenschaftlichen Forschung, den realwirtschaftlichen Akteuren, dem Finanzsektor und der Politik sowie den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften;

- **spezifische, auch im Zeitablauf wiederkehrende begleitende Analysen** von Finanzierungshemmnissen und -lücken in konkreten Innovations- und Anwendungsfeldern und (Informations-)Wertschöpfungsketten;

- **Dialogforen**, die über einen längeren Zeitraum hinweg über Analysen hinaus auch die Entwicklung von spezifischen **Maßnahmen** und ein **Monitoring** der Zielerreichung bzgl. der Kommerzialisierung und Diffusion sowie auch der Wechselwirkungen von Energie-, Klimaschutz-, Klimaanpassungs-, Innovations- und Finanzmarktpolitik vorantreiben.

Der finanzwirtschaftliche Zugang ist dazu geeignet, Brücken zwischen der technologisch orientierten Forschung einerseits und der volkswirtschaftlichen und politikwissenschaftlichen Forschung sowie der (sozialökologischen) Nachhaltigkeitsforschung im Allgemeinen andererseits zu schlagen und damit die Transformationsprozesse hin zu einer **„Green Economy“** bzw. zu einer „Energiewende“ und der Orientierung auf Nachhaltigkeit systematisch zu unterstützen. Dazu muss sich die finanzwirtschaftliche Forschung ihrerseits gegenüber informations- und innovationsökonomischen und weiteren ökonomischen, sozial- und geisteswissenschaftlichen Fragen öffnen.

Über die kurz- und mittelfristigen Fragen hinaus geht es dabei perspektivisch auch um die (transdisziplinäre) Analyse der langfristigen **Möglichkeiten und Grenzen weiteren wirtschaftlichen Wachstums**. Folgt man den Ergebnissen der Klimaforschung, dann hängen die Spielräume für weiteres wirtschaftliches Wachstum davon ab, inwieweit es gelingt, (a) die Risiken des Klimawandels frühzeitig zu antizipieren und die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen effizient und effektiv umzusetzen und (b) eine Entkopplung des weltweiten wirtschaftlichen Wachstums von der fossilen Energieerzeugung zu realisieren. D. h., die Möglichkeiten des weiteren wirtschaftlichen Wachstums sind aus dieser Perspektive in doppelter Hinsicht begrenzt: durch die Zunahme der Kosten der Anpassung bzw. der Schäden und durch den Mangel an Innovationen zur Entkopplung. Für den **Finanzsektor** ist weiteres wirtschaftliches Wachstum allerdings von zentraler Bedeutung: Die Funktionslogik der Finanzmärkte basiert auf einem weltweiten (monetären und realen) Wachstum. Ohne dieses Wachstum können Kredite und Anleihen (in der Summe) nicht bedient und Gewinnerwartungen nicht erfüllt werden. Wenn also auch die Funktions- bzw. Systemlogik des Finanzsektors eine Fortsetzung des Wachstumskurses erfordert, dann ist es wissenschaftlich relevant, sich auch aus einer finanzwirtschaftlichen Perspektive heraus intensiv mit den natürlichen Grundlagen und den technologischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen dieses Wachstums zu befassen. Und dann ist es auch für die Praxis vernünftig, wenn sich Finanzdienstleister in unterschiedlichen Rollen die Entwicklung von Klimainformations-Services und die Kommerzialisierung und Finanzierung von Innovationen zum Klimaschutz auf die Agenda setzen, um ihrerseits einen Beitrag dazu zu leisten, dass die Möglichkeiten und Grenzen des Wachstums sich erweitern lassen. (Zum gesellschaftspolitischen Selbstverständnis des Finanzsektors siehe von Flotow 2013.)

In diesem Sinne hat das CFI-Projekt Themen adressiert, die auch zum Kern der langfristigen Herausforderungen im Kontext der „Green Economy“ bzw. eines „Green Growth“ gehören: der Herausforderung der langfristigen Sicherung einer sozial gerechten und an der ökologischen Tragfähigkeit der Erde orientierten Wirtschaftsweise. Für die Zukunft wird daher eine stärkere Berücksichtigung und Integration von Finanzierungsfragen im Rahmen des Designs von zukünftigen Förderinitiativen und eines Monitorings der „Energiewende“ und des globalen Klimaschutzes empfohlen.

Kernergebnisse des CFI-Projekts wurden abschließend auf zwei Konferenzen präsentiert und diskutiert: der **„Green Economy“-Konferenz** (www.fona.de/de/14703) und der **„Green Finance“-Konferenz** (www.greenfinance21.org). Allen Referent/innen (vgl. Seite 101) und den weiteren Teilnehmer/innen sei hiermit für ihre Beiträge herzlich gedankt. Ihre Einschätzungen und die Diskussionen sind in den vorliegenden Bericht eingeflossen.

„Green Economy“-Konferenz
Berlin, September 2012

Referent/innen im Rahmen der Workshops „Finanzen“:
Christoph Bals (Politischer Geschäftsführer, Germanwatch e. V.), Dr. Paschen von Flotow (Sustainable Business Institute (SBI)), Felix Holz (Vice President Expertenteam Greentech Deutsche Bank), Prof. Dr. Dr. Peter Höppe (Leiter GeoRisikoForschung/ Corporate Climate Center, Munich Re), Andreas Krautscheid (Staatsminister a. D., Mitglied der Hauptgeschäftsführung des Bundesverbands deutscher Banken e. V.), Klaus Krummrich (Geschäftsführendes Vorstandsmitglied der Wissenschaftsförderung der Sparkassen-Finanzgruppe), Werner Netzel (Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Deutschen Sparkassen- und Giroverbands), Prof. Dr. Dirk Schiereck (Professor Fachgebiet Unternehmensfinanzierung, TU Darmstadt), Prof. Dr. Michael Schröder (Leiter des Forschungsbereichs Internationale Finanzmärkte und Finanzmanagement, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)), Prof. Dr. Bernd Wagner (Vorsitzender VfU, Universität Augsburg)

„Green Finance“-Konferenz
Frankfurt, Februar 2013

Referent/innen:
Christoph Bals (Politischer Geschäftsführer, Germanwatch e. V.), Markus Becker-Melching (Geschäftsführer, Stab der Hauptgeschäftsführung, Politik, Unternehmensfinanzierung, Bundesverband deutscher Banken (BdB)), Bernd Düsterdiek (Referatsleiter Städtebaurecht und Stadtentwicklung, Umweltverträglichkeitsprüfung, Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Wohnungswesen, Denkmalschutz, Vergaberecht, Deutscher Städte- und Gemeindebund e. V. (DStGB)), Remco Fischer (Programme Officer, United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEP FI)), Dr. Paschen von Flotow (Sustainable Business Institute (SBI)), RDir‘in Dr. Ursula Fuentes Hutfilter (Leiterin des Referats Grundsatzangelegenheiten des Klimaschutzes, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)), Prof. Dr. Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe (Leiter des Forschungsbereichs Klimawandel und Vulnerabilität sowie geschäftsmäßiger Vertreter des Vorstands, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)), Stefan Gsänger (Secretary General, World Wind Energy Association (WWEA)), Oliver André Hauner (Leiter Sach- und Technische Versicherung, Schadenverhütung, Statistik, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV)), Prof. Dr. Dr. Peter Höppe (Leiter GeoRisikoForschung / Corporate Climate Center, Munich Re), Matthias Hümpfner (Abteilungsleiter Spezialvertrieb im Bereich Mittelstandsbetreuung, DZ BANK AG), MinDir Dr. Karl Eugen Huthmacher (Abteilungsleiter „Zukunftsvorsorge – Forschung für Grundlagen und Nachhaltigkeit“, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)), Klaus Krummrich (Geschäftsführendes Vorstandsmitglied der Wissenschaftsförderung der Sparkassen-Finanzgruppe), Wolfgang Kugler (Leiter Zukunftsmärkte & Product Development, BayernLB), Gregor Laumann (Leiter der Arbeitsgruppe Klimastrategien und internationale Zusammenarbeit, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.), Dr. Bertram Reddig (Leiter EuropaService / Fördergeschäft der Sparkassen-Finanzgruppe, Deutscher Sparkassen- und Giroverband), Prof. Dr. Dirk Schiereck (Professor Fachgebiet Unternehmensfinanzierung, TU Darmstadt) MinR Dr. Frank Schlie-Roosen (Leiter Referat Photonik, Optische Technologien, Bundesministerium für Bildung und und Forschung (BMBF)), Prof. Dr. Michael Schröder (Leiter des Forschungsbereichs Internationale Finanzmärkte und Finanzmanagement, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)), Wolfgang Seibold (Partner Earlybird VC Management, Vorstandsmitglied Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften e. V. (BVK)), Dr. Daniel Senff (Technologieberater, VDI Technologiezentrum GmbH), Guido Stier (Direktor Industrie- und Firmenkunden Sachversicherung, AXA Versicherung), Prof. Dr. Florian A. Täube (Juniorprofessor für Growth Management, Strascheg Institute for Innovation and Entrepreneurship (SIIE) der EBS Universität für Wirtschaft und Recht), Dr. Jürgen Waldorf (Geschäftsführer ZVEI – Fachverband Licht, Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI)), Dr. Petra Wolff (Referat Globaler Wandel, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)).

6 SYNOPSE DER STUDIEN

Die Struktur der Darstellung der CFI-Studien und -Publikationen erfolgt entsprechend der Gliederung des Projektberichts. Soweit die Studien noch nicht veröffentlicht sind, erfolgt eine Angabe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung auf der Website des Projekts: www.cfi21.org.

6.1 Bedarf an Klimainformationen (vgl. Kapitel 3)

Theoretischer Bezugsrahmen (vgl. Kapitel 3.2)

Ludolph, M. und von Flotow, P. (2013) *Climate information as an object of economic research: state and perspectives*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Die Studie wendet grundlegende informationsökonomische Überlegungen auf die Entwicklung und Verbreitung von Klimainformations-Services an. Sie prüft, inwieweit Klimainformationen als Gegenstand der ökonomischen Forschung behandelt werden. Auf Basis einer Literaturanalyse, in deren Rahmen 614 ökonomische und umweltwissenschaftliche Journale erfasst und 217 relevante Artikel identifiziert wurden, sowie auf Basis der im CFI-Projekt durchgeführten Studien und Dialoge werden Vorschläge für eine Forschungsagenda abgeleitet.

Ergebnisse (vgl. Kapitel 3.3)

Brasseur, G. und von Flotow, P. (Hg.) (2010) *Klimafolgenforschung zur Beurteilung der Auswirkungen von konvektiven Extremwetterereignissen auf die Schadenlast in Deutschland*. Hamburg und Oestrich-Winkel, Deutschland: Climate Service Center & Sustainable Business Institute (SBI). Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Der Bericht spiegelt die Ergebnisse des gleichnamigen Workshops wider. Insbesondere ging es um die Sondierung der Möglichkeiten der Entwicklung von entsprechenden Klimainformations-Services zu Auswirkungen von Sommergewittern bzw. der mit diesen Gewittern einhergehenden Blitzeinschlägen, Sturm-, Hagel-, Starkregen- und Überschwemmungsereignissen auf Sachschäden in Deutschland.

von Flotow, P. und Cleemann, L. (2009) *Klimainformations-Systeme gemeinsam weiterentwickeln: Anforderungen an das Climate Service Center (CSC) aus Sicht der Finanzwirtschaft.* Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org (auch in englischer Sprache verfügbar)
Die Studie legt zentrale Aspekte des Bedarfs an Klimainformationen von Finanzdienstleistern in Deutschland dar. Der Bericht bezieht sich insbesondere auf die Ergebnisse einer schriftlichen Befragung von Finanzdienstleistern (bzw. ihren Verbänden) in Deutschland: Versicherungen, Kreditinstitute, Wirtschaftsprüfer, Projektfinanzierer, Research- und Rating-Agenturen.

von Flotow, P., Cleemann, L., Hummel, A., Ludolph, M., Clements-Hunt, P., Fischer, R. und Lopez, J. (2011) *Advancing adaptation through climate information services – Results of a global survey on the information requirements of the financial sector*. Oestrich-Winkel, Deutschland, und Genf, Schweiz: Sustainable Business Institute (SBI) & UNEP Finance Initiative. Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Dieser Bericht reflektiert die Ergebnisse der internationalen Befragung, die gemeinsam mit der UNEP Finance Initiative – analog zur Erhebung in Deutschland (s. o.) – durchgeführt wurde. Es beteiligten sich 60 Finanzdienstleister von allen Kontinenten.

von Flotow, P. (2010) *Herausforderung Klimakompetenz: Kundenerwartungen an Finanzdienstleister – Ergebnisse einer Befragung von Privat- und Geschäftskunden*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Die Studie fasst die Ergebnisse einer repräsentativen Befragung von Geschäftskunden (551), privaten Immobilienbesitzern (531) und Fondsanlegern (509) zusammen, die mit Unterstützung der GfK durchgeführt wurde. Befragt wurden die Kunden der Finanzdienstleister u. a. zu ihren Erwartungen bzgl. der „Klimakompetenz“ von Versicherern, Kreditinstituten und Fondsgesellschaften bzw. zur (potenziellen) Rolle von Finanzdienstleistern als Informations-Intermediäre.

von Flotow, P. und Rodler, D. (2013) *Herausforderung Klimakompetenz: Private Immobilienbesitzer*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Ende 2013 als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Während der o. g. Bericht die zentralen Ergebnisse für alle drei befragten Kundengruppen aufzeigt, handelt es sich bei diesem Bericht um eine Vertiefung der Ergebnisse aus der Befragung von 531 privaten Immobilienbesitzern.

von Flotow, P. (2012) *Herausforderung Klimakompetenz im Kredit- und Versicherungsgeschäft – Ergebnisse einer Befragung von Geschäftskunden*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Während der o. g. Bericht die zentralen Ergebnisse für alle drei befragten Kundengruppen aufzeigt, handelt sich bei diesem Bericht um eine Vertiefung der Ergebnisse aus der Befragung von 551 Geschäftskunden.

Riedler, J. (2013) *Wetter- und Katastrophenderivate: Studie für das Sustainable Business Institute (SBI)*. Oestrich-Winkel und Mannheim, Deutschland: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) im Auftrag des Sustainable Business Institute (SBI). Unveröffentlichtes Arbeitspapier, Ende 2013 als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Die Studie befasst sich mit zwei finanzwirtschaftlichen Instrumenten, die zu einem verbesserten Risikomanagement und der Anpassung an den Klimawandel beitragen können, nämlich den Wetter- und Katastrophenderivaten. Die Studie analysiert den potenziellen Nutzen dieser Instrumente und ihren Markt, gibt einen Überblick über verschiedene Bewertungsverfahren und leitet Vorschläge zu möglichen praxisorientierten Forschungsprojekten ab, die einen Beitrag zur Entwicklung des Wetterderivatemarkts leisten können.

Rodler, D., Ludolph, M. und von Flotow, P. (2013) *Herausforderung Klimakompetenz in der Stadtplanung: Ergebnisse einer Bedarfserhebung*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Ende 2013 als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Die Studie fasst die Ergebnisse einer Befragung von Stadtplanern zusammen, die sich insbesondere auf die Berücksichtigung von Informationen zum Klimawandel bei Stadtplanungsprozessen, den (konkreten) Informationsbedarf der Stadtplaner sowie die potenzielle Rolle von Versicherungsunternehmen als Lieferanten planungsrelevanter Daten richtet. Die Studie wurde in Kooperation mit der Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung (SRL) durchgeführt.

6.2 Finanzierung von Innovationen zum Klimaschutz (vgl. Kapitel 4)

Theoretischer Bezugsrahmen (vgl. Kapitel 4.2)

Babl, C., Schiereck, D. und von Flotow, P. (2012) Clean Technologies in German economic literature: a bibliometric analysis. *Review of Managerial Science* 8: 1–26
In dieser Studie wird mithilfe einer quantitativen Literaturauswertung der Frage nachgegangen, inwieweit die Wirtschaftswissenschaften das Thema Cleantech – insbesondere die Schnittstelle von Finanzierung und Regulierung – adressieren. Basierend auf einer bibliometrischen Auswertung von 588 Dokumenten unter Verwendung des Co-Zitationsansatzes werden mehrere Forschungslücken identifiziert.

Generierung und Kommerzialisierung von Innovationen und Wissen (vgl. Kapitel 4.3.1)

Förderung von Innovationen zum Klimaschutz und Hemmnisse (vgl. Kapitel 4.3.1.1)

Polzin, F. und von Flotow, P. (2013) *How cooperation between innovators and investors influences the innovation process*. Academy of Management Best Paper Proceedings 2013: 1–6.
Die Studie fasst die Ergebnisse einer Dokumentenanalyse zu den Innovationsfeldern bzw. Fördermaßnahmen sowie 25 Interviews mit Projektträgern der einzelnen Fördermaßnahmen zusammen. Daraus wurden Dimensionen des Einflusses auf die Relevanz von Finanzierungsfragen in den einzelnen Innovationsfeldern abgeleitet.

Fallbeispiel LED-Leitmarktinitiative:
Kommunikation über den gesamten Innovationslebenszyklus (vgl. Kapitel 4.3.1.2)

von Flotow, P., von Blücher, J., & Rock, A. (2009) *Dokumentation des Ideen- und Konzeptworkshops zur LED-Leitmarktinitiative*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). [Online]. Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Auf der diesem Bericht zugrunde liegenden Konferenz wurden, neben Umbrüchen im Markt für Straßenbeleuchtung, innovative Finanzierungsmodelle thematisiert. Dazu wurden mit den 217 Teilnehmern Charakteristika der LED, mögliche Anwendungen und Finanzierung und Versicherung von LED-Anwendungen diskutiert.

Contracting-Modelle für die kommunale Straßenbeleuchtung (vgl. Kapitel 4.3.1.3)

Klemm, A. (2012) *Contracting-Vertragsmuster für die kommunale Straßenbeleuchtung mit Erläuterungen*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: www.cfi21.org
Diese Erläuterungen sollen den Kommunen beim Einsatz des Vertragsmusters (s. u.) rechtliche Gestaltungsmöglichkeiten eröffnen. Sie umfassen Hinweise zum Vertragsgebiet, zu Beleuchtungsqualität, Energieeinsparung, vorab zu erbringenden Leistungen, vergaberechtlichen Aspekten und Aspekten zum Eigentum, der Vertragslaufzeit und der Endschaft.

Klemm, A. (2012) *Mustervertrag zur Modernisierung von städtischen Straßenbeleuchtungsanlagen (Variante: Finanzierungs-Contracting)*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: www.cfi21.org
Die Musterverträge adressieren Umsetzungshemmnisse bei der Modernisierung der öffentlichen Straßenbeleuchtung zum Klimaschutz und sollen Kommunen helfen, diese in Form eines PPP durchzuführen. Diese Variante des Mustervertrags beinhaltet die Bereitstellung und den Betrieb der Lichtanlage sowie die Energieeinsparung durch einen externen Dienstleister (Contractor).

Klemm, A. (2012) *Mustervertrag zur Modernisierung von städtischen Straßenbeleuchtungsanlagen (Variante: Liefer-Contracting)*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: www.cfi21.org
Die Musterverträge adressieren Umsetzungshemmnisse bei der Modernisierung der öffent-lichen Straßenbeleuchtung zum Klimaschutz und sollen Kommunen helfen, diese in Form eines PPP durchzuführen. Diese Variante des Mustervertrags beinhaltet die Bereitstellung und den Betrieb der Lichtanlage, die Lieferung des dafür notwendigen Stroms sowie die Energieeinsparung durch einen externen Dienstleister (Contractor).

Birkenfeld, W. (2012) *Gutachten zu den Musterverträgen: Umsatzsteuerliche Aspekte der Modernisierung von Straßenbeleuchtungsanlagen durch Contracting.* Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: www.cfi21.org
Das erste Rechtsgutachten zu den Musterverträgen behandelt Fragen der umsatzsteuerrechtlichen Behandlung von Contracting in der öffentlichen Straßenbeleuchtung. Verfasst wurde es von RA Dr. Wolfram Birkenfeld, ehemals Richter am Bundesfinanzhof.

Stieper, M. (2012) *Gutachten zu den Musterverträgen: Das Eigentum an Straßenbeleuchtungsanlagen auf öffentlichem Grund und Boden*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: www.cfi21.org
Das zweite Rechtsgutachten zu den Musterverträgen behandelt Fragen des privaten Eigentums an modernisierten oder neu errichteten (Licht-)Anlagen auf öffentlichem Grund und Boden. Verfasst wurde es von Prof. Dr. Malte Stieper von der Universität Halle/Saale.

„Klimaschutz-Kompetenz“:
Finanz-Intermediäre als Informations-Intermediäre (vgl. Kapitel 4.3.1.4)

Siehe oben Kapitel 6.1, Studie zur „Herausforderung Klimakompetenz: Kundenerwartungen an Finanzdienstleister“

Absicherung von Preis- und Versorgungsrisiken (vgl. Kapitel 4.3.1.5)

Babl, C. und Schiereck, D. (2013) *Rare earth metal commodities: Can derivatives help to reduce price risks?* Unveröffentlichtes Arbeitspapier. Details zur Veröffentlichung unter: www.cfi21.org. In dieser Untersuchung wird der von China dominierte Markt für Seltene Erden – einem wichtigen Bestandteil vieler Hightech-Produkte – untersucht. Mithilfe der empirischen Untersuchung der Preisentwicklung einiger Seltener Erden werden Schlussfolgerungen für die (zukünftige) Nutzung von Derivaten zur Absicherung von Preisrisiken gezogen. Dabei wurden die Datenbanken von Bloomberg New Energy Finance und Metal-Pages verwendet (2002–2012).

Eigenkapital für die frühe Innovationsphase (vgl. Kapitel 4.3.2)

Ettenhuber, C., von Flotow, P. und Schiereck, D. (2011) *Finanzierungsrestriktionen bei kleinen und mittelständischen Unternehmen der Umwelttechnologiebranche* – Stand der Forschung und offene Fragen. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht (ZfU) 1/2011: 43–72
Bei dieser Untersuchung steht die Frage im Vordergrund, ob es belastbare empirische Ergebnisse für die Existenz einer Kapitallücke von KMU im Bereich Umwelttechnologien gibt und welche Faktoren diese potenzielle Kapitallücke beeinflussen. Dazu wurde die verfügbare Literatur – insbesondere empirische Untersuchungen – auf Basis einer semistrukturierten Abfrage von Literaturdatenbanken identifiziert und ausgewertet.

Ettenhuber, C., von Flotow, P. und Schiereck, D. (2011) *Venture Capital für Cleantech-Unternehmen – Eine aktuelle Bestandsaufnahme*. Corporate Finance biz 02/2011: 125–138
Im Rahmen dieser quantitativen Untersuchung wurde ein Überblick über aktuelle Entwicklungen auf dem Wagniskapitalmarkt speziell für Cleantech-Unternehmen erarbeitet. Dazu wurden die Datenbanken von „The Cleantech Group“ (2005–2009) und „Preqin“ (2004–2009) nach Sektoren, Regionen und über den Zeitverlauf ausgewertet. Abschließend wird der deutsche Markt untersucht und dabei dem aktuellen Transaktionsvolumen eine Approximation des zur Verfügung stehenden Kapitals gegenübergestellt.

Migendt, M., Schock, F., und Täube, F. A. *Private Equity in Clean Technology – An Exploratory Study of the Investment-Policy Nexus*. Unveröffentlichtes Arbeitspapier. Details zur Veröffentlichung unter: www.cfi21.org
Im Rahmen dieser Studie werden auf Basis von semistrukturierten Experten-Interviews in den USA und in Europa und weiteren Analysen Wechselwirkungen zwischen Politik, Investoren und innovativen Unternehmen untersucht.

Migendt, M., Täube, F. A. und Gilbert, B. A. *Cleantech Venture Capital – Evolution and Lifecycle of an Investment Category.* Unveröffentlichtes Arbeitspapier. Details zur Veröffentlichung unter: www.cfi21.org
In dieser Studie wird die Entstehung und Entwicklung von Cleantech als Investitionskategorie auf Basis von Medien- und Investitionsdaten sowie einer Sentiment-Analyse untersucht.

Schock, F. und Täube F. A. *Interdependencies between Private Equity and Asset Finance Investments - a cross-correlation analysis in the clean technology sector*. Unveröffentlichtes Arbeitspapier. Details zur Veröffentlichung unter: www.cfi21.org
In dieser Studie wird die Frage nach wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen Wagnis- und Beteiligungskapital-Investitionen, Fundraising und Projektfinanzierungen untersucht.

Schock, F. und Täube, F. A. *Sources of Finance in the Clean Technology Sector: Capital Structure, Financial Intermediation and Industry Life Cycle.* Unveröffentlichtes Arbeitspapier. Details zur Veröffentlichung unter: www.cfi21.org
In dieser Studie erfolgt eine Darstellung der unterschiedlichen Finanzierungsarten (Projekt- und Anlagenfinanzierung, Unternehmenskredite, Zuschüsse, Wagnis- und Beteiligungskapital, Beteiligung an börsennotierten Unternehmen, Börsenkapital, Fusionen und Übernahmen) sowie der Rahmenbedingungen mit Bezug auf den Innovationslebenszyklus.

Finanzierung von Projekten und Infrastrukturen (vgl. Kapitel 4.3.3)

Babl, C., von Flotow, P. und Schiereck, D. (2011) *Projektrisiken und Finanzierungsstrukturen bei Investitionen in erneuerbare Energien*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang
In diesem Buch werden grundsätzliche Fragen zur Projektfinanzierung sowie spezifische Fragen der Finanzierung von Windparks, Biomassekraftwerken und Geothermie in Deutschland diskutiert. Methodisch werden dazu Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die einzelnen Technologien und die jeweiligen politischen Rahmenbedingungen, Sensitivitätsanalysen und Auswertungen exemplarischer Finanzierungsstrukturen durchgeführt.

Meyer-Gohde, P., Meinshausen, S., Schiereck, D. und von Flotow, P. (2013) Entflechtung und Rekommunalisierung von netzgebundenen Infrastrukturen. *Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen*, 1/2013
Die Studie untersucht die finanziellen Konsequenzen von Rekommunalisierungsmaßnahmen im liberalisierten Stromsektor in Deutschland. Hierbei werden zunächst Argumente sowohl für die Privatisierung als auch für die Kommunalisierung von netzgebundenen Infrastrukturen einander gegenübergestellt und die Schwierigkeiten bei der Kaufpreisermittlung erläutert. Die Studie untersucht zudem empirisch die Kostenstrukturen von Energieversorgern und zeigt, wie sich Vorteile durch eine Rekommunalisierung erzielen lassen.

Schaede, H, von Ahsen, A., Rinderknecht, S. und Schiereck, D. (2013) *Electric Energy Storages – A Method for Specification, Design and Assessment. Int. J. Agile Systems and Management*, forthcoming
Basierend auf der statistischen Analyse des Lastprofils eines kinetischen Speichersystems werden die Spezifikationen für ein Energiespeichersystem definiert und ein Designprozess durchgeführt. Die Untersuchung betrachtet das energetische Verhalten, Lebenszykluskosten und Umweltaspekte.

Schneider, J., Eisele, H., Garrecht, H., Rinderknecht, S., von Ahsen, A., Schiereck, D., Kleiderlein, F., Gilka-Bötzow, A., Klein, M., Schaede, H., Wien, A. und Bogs, C. (2012) *A new concept for Energy-Plus-Houses and their facades. Advanced Building Skins (Conference Paper), 14–15 June 2012, Graz University of Technology.*
In dieser Abhandlung wird die Interaktion zwischen verschiedenen akademischen Disziplinen bei der Entwicklung eines Konzepts für eine Hausfassade demonstriert. Diese Fassade soll konkurrierenden Zielen wie Energie- und Ressourceneffizienz und Raumgröße Rechnung tragen. Für die Integration von Elektromobilität werden Schnittstellen aufgezeigt. Schließlich wird eine ökonomische Betrachtung durchgeführt.

Trillig, J., von Flotow, P. und Schiereck, D. (2013) *Energiewende und Finanzierungsprobleme der Solarindustrie*. Peter Lang, Frankfurt
In diesem Buch werden die besonderen Herausforderungen der Solarindustrie herausgearbeitet. Thematisch werden dabei Finanzierungsfragen für Projekte und Unternehmen (jeweils Eigen- und Fremdkapital) untersucht sowie weitere Fragen der Politik (Effekte der EEG-Novellierung auf die Industrie), des Rückbaus von Solarkraftwerken und der Projektfinanzierung von solarthermischen Kraftwerken diskutiert.

von Ahsen, A., Fraunhoffer, R. und Schiereck, D. (2013) *Wellenbrecher auf dem Weg zur Energiewende? Attraktivität von Energiespeicherung, nachhaltiger Erzeugung und Verbrauchssteuerung*. Peter Lang, Frankfurt
Die in diesem Herausgeberband zusammengefassten Untersuchungen sind als ein Beitrag zur Analyse der betriebswirtschaftlichen Perspektive der „Energiewende“ einzuordnen. Das Auseinanderfallen der Anteile erneuerbarer Energien am Gesamtverbrauch und an der gesicherten Leistung zeigt, wie bedeutsam Flexibilität im Energieverbrauch und intelligente Verbrauchssteuerungen sind. Inwieweit die Erwartungen in dezentralisierte Stromversorgung und intelligent gesteuerte Netze realistisch sind, wurde jedoch bislang nur wenig analysiert.

„Energiewende“ in Schwellen- und Entwicklungsländern (vgl. Kapitel 4.3.4)

Friebe, C. (2013) *Diffusion of Renewable Energy Technologies – Private Sector Perspectives on Emerging Markets*. Peter Lang, Frankfurt
In diesem Buch wird die Diffusion von erneuerbaren Energien in Schwellen- und Entwicklungsländern im Rahmen von drei Studien analysiert: „Renewable Energy Diffusion in Emerging Markets – The Micro Perspective on Barriers for Wind Farms and Solar Home Systems“, „Exploring technology diffusion in emerging markets – the role of public policy for wind energy“ sowie „Exploring the link between products and services in low-income markets – Evidence from solar home systems“. Auf Basis der Studien werden übergreifende Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Friebe, C. und von Flotow, P. (2011) *Rahmenbedingungen für Investitionen in Windparks in Schwellen- und Entwicklungsländern – Die Perspektive der Investoren*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: www.cfi21.org (auch in englischer Sprache verfügbar)
Die Studie untersucht die Perspektive privater Unternehmen in Bezug auf Windpark-Investitionen in Schwellen- und Entwicklungsländern. Die Präferenzen von Projektentwicklern für Rahmenbedingungen dienen dabei als Indikator für die Investitionsbereitschaft privater Unternehmen. Dabei wurde das Maximum-Difference-Scaling, eine innovative Methode aus dem Marketing, adaptiert und mithilfe von Hierarchical-Bayes-Schätzverfahren ausgewertet.

Friebe, C., von Flotow, P. und Täube, F. A. (2013) *Exploring the link between products and services in low-income markets – Evidence from solar home systems*. Energy Policy 52: 760–769
In dieser Untersuchung geht es um die Frage, wie die ländliche Elektrifizierung mithilfe von Leasing und Contracting sowie weiteren Dienstleistungen effektiv und effizient vorangetrieben werden kann. Dazu wurde auf Basis von Interviews mit Unternehmen in Indien und Deutschland eine weltweite Befragung der wenigen kommerziell erfolgreichen Unternehmen durchgeführt.

Kebir, N., Spiegel, N., Schrecker, T., Groh, S., Scott, C., Ferrufino, G. A., von Flotow, P. und Friebe, C. (2013) *Exploring Energy SME Financing in Emerging and Developing Countries*. Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Diese Studie untersucht Finanzierungshemmnisse von Unternehmen aus dem Sektor Solar Home Systems in Schwellen- und Entwicklungsländern. Dazu wurde eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt, drei Unternehmensfallstudien analysiert sowie Interviews mit Investoren in diesen speziellen Sektor durchgeführt.

Peterschmidt, N., Neumann, C., von Flotow, P., Friebe, C., Springmann, J.-P. und Schmidt-Reindahl, J. (2013) *Scaling up Micro-utilities for Rural Electrification – Private Sector Perspectives on Operational Approaches, Financing Instruments and Stakeholder Interaction*. Als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Diese Studie untersucht die Erfahrungen der Anwendung von Dorfstromsystemen in Schwellen- und Entwicklungsländern sowie entsprechende Geschäftsmodelle und Finanzierungsfragen.

von Flotow, P., Deol, R., von Ritter, K., Friebe, C. und Drews, D. (2013) *Mobilising Private Capital for Renewable Energy in Emerging and Developing Countries – A case-based rationale*. Unveröffentlichtes Arbeitspapier. Ende 2013 als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Dieser Bericht fasst zentrale Ergebnisse der durchgeführten empirischen Fallstudien (Windpark-Investitionen, Solar Home Systems und Dorfstromsysteme) zusammen und leitet Schlussfolgerungen für die Finanzierung ab.

Kapitalmärkte für Unternehmensfinanzierung (vgl. Kapitel 4.3.5)

Babl, C. und Jost, C. (2013) *Elektromobilität – Kapitalmarktreaktionen auf Kooperationsankündigungen und regulatorische Markteingriffe im Elektromobilitätsmarkt*. Unveröffentlichtes Arbeitspapier. Details zur Veröffentlichung unter: www.cfi21.org
Der Beitrag beschäftigt sich primär mit Kooperationen in der Automobilindustrie, sekundär werden Effekte durch Änderungen regulatorischer Rahmenbedingungen untersucht. Die Präferenz für Kooperationen im Gegensatz zu Beteiligungen / Käufen (M&A) zeigt die deutliche Risikoaversion der Industrie. Dennoch deuten die Ergebnisse darauf hin, dass kleinere Unternehmen auch stark von einer Kooperation / Joint Venture mit OEMs oder Energiekonzernen profitieren können und regulatorische Eingriffe für eine Marktreaktion wohl zu klein dimensioniert sind.

Cezanne, D., Schiereck, D. und Streuer, O. (2013) Mittelstandsanleihen: Hype oder Zukunftsmodell? Eine empirische Performanceanalyse im Vergleich der Mittelstandssegmente Bond und Entry Standard. *Corporate Finance* biz, 4: 241–248
Der Aufsatz analysiert Anleiheemissionen im Bond und Entry Standard. Es zeigt sich, dass die Sekundärmarktperformance der Mittelstandsanleihen maßgeblich durch die negative Entwicklung der Anleihen aus dem Bereich erneuerbare Energien geprägt ist.

Deb, A., Jorch, D., Schiereck, D. und Walczyk, P. (2013) Regulierungsentscheidungen für Emissionszertifikate und Börsenreaktionen auf Cleantech-Unternehmen. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht (ZfU)*, 36(1): 1–23
Diese Untersuchung fokussiert den Einfluss des EU-Emissionshandelssystems (ETS) auf die Finanzierung von Cleantech-Unternehmen. Dazu wurden Kapitalmarktdaten von 102 börsennotierten Unternehmen aus der EU in Form einer Ereignisstudie untersucht.

Eisenbach, S., Ettenhuber, C., Schiereck, D. und von Flotow, P. (2011) Beginning Consolidation in the Renewable Energy Industry and Bidders' M&A-Success. T*echnology and Investment*, 2: 81–91
In dieser Studie werden die Aktienkurse von Unternehmen aus dem Bereich erneuerbare Energien im Kontext von Mergers & Acquisitions untersucht. Dazu wurden 337 abgeschlossene Transaktionen im Zeitraum 2000–2009 identifiziert und analysiert.

Eisenbach, S, Schiereck, D., Trillig, J. und von Flotow, P. (2013) *Sustainable Project Finance, the Adoption of the Equator Principles, and Shareholder Value Effects*. Business Strategy and the Environment, forthcoming
Diese Eventstudie untersucht, inwieweit Selbstverpflichtungen („Code of Conduct“) Einfluss auf die Projektfinanzierungsbranche bzw. auf den Wert der betroffenen Unternehmen am Kapitalmarkt haben.

Ettenhuber, C. (2013) *Financing corporate growth in the renewable energy industry*. Peter Lang, Frankfurt
Primäres Ziel ist es, anhand von Marktdaten den Erfolg von internationalen Finanzierungsentscheidungen und M&A-Transaktionen im Bereich der erneuerbaren Energien zu ermitteln sowie wesentliche Determinanten des Erfolgs zu bestimmen. So wird ein objektiver Kenntnisstand erreicht, auf dessen Basis sich fundierte Handlungsempfehlungen für die Industriepraxis ableiten lassen. Zudem finden sich damit auch für wirtschaftspolitische Entscheidungsträger wichtige Informationen zum Verständnis und zur Bewertung des sich weiter fortsetzenden Konzentrationsprozesses.

Fraunhoffer, R., Schiereck, D. und Wieber, C. (2012) Werteffekte durch Finanzkommunikation von Auftragseingängen im Bereich der regenerativen Energien. *Der Betrieb*, 51/52: 2877–2883
Ziel dieser Analyse war es, im Rahmen einer Ereignisstudie zu untersuchen, ob – und wenn ja, wie stark – es bei den im „DAXsubsector All Renewable Energies“ notierten deutschen Unternehmen in Zusammenhang mit der Veröffentlichung über Auftragseingänge zu signifikanten Kursreaktionen gekommen ist. Zudem sollten potenzielle Ursachen und mögliche aus den Ergebnissen der Untersuchung resultierende Implikationen für die zukünftige Unternehmenspraxis diskutiert werden. Analysiert wurden hierfür die Publikationen von 192 Auftragseingängen von insgesamt 16 Aktiengesellschaften.

Kesch, L., Maul, D. und Schiereck, D. (2013) Einflussfaktoren auf die Bondemissionsprämie im Bereich der alternativen Energien: Eine Note. *Kredit und Kapital*, Forthcoming: 4, 2013.
Diese Analyse präsentiert aktuelle empirische Evidenz, die es erlaubt, eine bessere Vorstellung der von den potenziellen Investoren geforderten Risikoprämie zum Emissionszeitpunkt zu erhalten. Untersucht werden zwischen 2008 und 2012 in Deutschland emittierte Anleihen im Bereich der alternativen Energien.

Mokinski, F. und Wölfing, N. (2013) The Effect of Regulatory Scrutiny – Asymmetric Cost Pass-through in Power Wholesale and its End. *Journal of Regulatory Economics*, forthcoming
Die Studie untersucht die Auswirkung des Untersuchungsberichts des Bundeskartellamts („Sachstandspapier zur Vorbereitung der mündlichen Verhandlung in Sachen Emissionshandel und Strompreisbildung“, (BKartA, 2006)) auf die Weitergabe von EU-Zertifikatspreisen am deutschen Großhandelsmarkt für Strom. Im Bericht kam das Bundeskartellamt zu einer überraschend kritischen Bewertung der Preisweitergabe von EUA-Preisen am Strommarkt (vgl. ZEW Discussion Paper No. 13-055).

Schiereck, D. und Trillig, J. (2011) Die Atomkatastrophe in Japan und die Kapitalkostenerwartungen für deutsche Energieerzeuger: Eine Note aus Sicht effizienter Finanzmärkte. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht (ZfU)*, 2: 133–144
Am Beispiel deutscher Energieversorger wird die Frage adressiert, inwieweit sich das vom Kapitalmarkt wahrgenommene systematische Risiko, d. h. die Kapitalkosten, nach den Ereignissen in Japan geändert hat. Es wurden die Kapitalmarktdaten und weitere Dokumente von vier deutschen Energieversorgern in Form einer Ereignisstudie untersucht.

Schiereck, D. und Trillig, J. (2013) *Regulatory Changes and the Volatility of Stock Returns – The German Solar Energy Sector*. Unveröffentlichtes Arbeitspapier. Details zur Veröffentlichung unter: www.cfi21.org
Im Paper wird der Einfluss von Risiken in Form von politischen Nachrichten auf Solarunternehmen untersucht. Es zeigt sich, dass Volatilitäten durch politische Risiken maßgeblich beeinflusst werden und viele Unternehmen besonders sensibel auf Neuigkeiten im Bereich der Einspeisevergütungen reagieren.

Trillig, J. (2012) Regulatory changes and market reactions – the European renewable energy market. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 15(1): 116–129
Der Fokus der Untersuchung liegt auf dem Zusammenspiel von Anpassungen der regulatorischen Rahmenbedingungen im Hinblick auf erneuerbare Energien und die Folgen für die Risiko-/Return-Strukturen der Unternehmen aus dem Sektor. Es wurde eine Eventstudie für insgesamt 11 ausgewählte Unternehmen und deren Kapitalmarktdaten durchgeführt. Dazu wurden für die Zeit vom 1. Januar 2006 bis zum 30. November 2010 auf Basis der Artikel in der „Frankfurter Allgemeinen Zeitung“ 12 Events auf europäischer Ebene im Bereich erneuerbare Energien identifiziert.

Trillig, J. (2013) *Economic Sustainable Development and Capital Market Perception*. Online verfügbar unter: http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/3487/
Das Buch stellt in drei voneinander unabhängigen Studien den Zusammenhang zwischen regulatorischen Änderungen bzw. potenziellen Selbstregulierungen und den Auswirkungen auf die Aktienrendite und das Aktienrisiko betroffener Unternehmen dar. Dabei liegt der Fokus zum einen auf dem Erneuerbare-Energien-Sektor und zum anderen auf der Finanzindustrie.

von Flotow, P. und Kachel, P. (2011) *Nachhaltigkeit und Shareholder Value aus Sicht börsennotierter Unternehmen – Ergebnisse einer Umfrage des Deutschen Aktieninstituts e. V. und des Sustainable Business Institute (SBI) e. V.* Frankfurt am Main, Deutschland: Deutsches Aktieninstitut (DAI). Verfügbar auf: www.cfi21.org/2011
In Kooperation mit dem Deutschen Aktieninstitut (DAI) wurde eine Umfrage bei börsennotierten Unternehmen für eine Studie zum Thema „Nachhaltigkeit und Shareholder Value“ insbesondere zu Research-Konzepten und Effektivität aus Sicht der betroffenen Unternehmen durchgeführt. Im Rahmen dieser schriftlichen Befragung wurden im August 2010 insgesamt 714 in Deutschland börsennotierte Unternehmen angeschrieben. Der Fragebogen wurde von 86 Unternehmen beantwortet, dies entspricht einer Rücklaufquote von rund 12 Prozent.

von Flotow, P., Schröder, M. und Sander C. (2013) *Kundenerwartungen und finanzielle Performance des nachhaltigen Investment*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Ende 2013 als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Der Bericht stellt die zentralen Ergebnisse der Befragung von ca. 500 Fondsanlegern sowie die Ergebnisse einer Literaturstudie zur finanziellen Performance dar. Die Darstellung wird ergänzt durch eine quantitative Auswertung von Publikumsfonds des deutschsprachigen und europäischen Markts.

von Flotow, P. Scholand, M. und Klocke, A. (2013) *Prinzipien und Initiativen des Finanzsektors zu Klimawandel, Klimaschutz und Nachhaltigkeit*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Ende 2013 als Download verfügbar auf: www.cfi21.org
Der Bericht gibt eine Übersicht über 18 Prinzipien und Initiativen der Finanz- und Versicherungswirtschaft im Kontext von Nachhaltigkeit und Klimawandel.

7 LITERATURVERZEICHNIS

Acatech (2013) *Finanzierung innovativer Unternehmensgründungen*. Berlin, Deutschland: Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Auerswald, P. E. & Branscomb, L. M. (2003) Valleys of death and Darwinian seas: Financing the invention to innovation transition in the United States. *The Journal of Technology Transfer*, 28: 227–239

Babl, C. (2013) German environmental economics research at a glance: A bibliometric impact analysis. *Working Paper*

Babl, C. & Franz, F. (2011) Energie und Wärme aus Biomasse: Anreizkompatible Eigenkapitallösungen für Lieferanten- und Abnahmerisiken. *In*: Babl, C., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Projektrisiken und Finanzierungsstrukturen bei Investitionen in Erneuerbare Energien*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Babl, C. & Jost, C. (2013) Elektromobilität – Kapitalmarktreaktionen auf Kooperationsankündigungen und regulatorische Markteingriffe im Elektromobilitätsmarkt. *Working Paper*

Babl, C. & Misselwitz, R. (2013) Projektfinanzierung von PV-Anlagen. *In*: Trillig, J., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Energiewende und Finanzierungsprobleme in der Solarindustrie*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Babl, C. & Schiereck, D. (2012) Rare earth metal commodities: Can derivatives help to reduce price risks? *Working Paper*

Babl, C., Schiereck, D. & von Flotow, P. (2012) Clean technologies in German economic literature: a bibliometric analysis. *Review of Managerial Science* (2013): 1–26

Babl, C., von Flotow, P. & Schiereck, D. (2011) *Projektrisiken und Finanzierungsstrukturen bei Investitionen in erneuerbare Energien*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Beise, M. & Rennings, K. (2004) Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological Economics*, 52: 5–17

Birkenfeld, W. (2012) Gutachten zu den Musterverträgen: *Umsatzsteuerliche Aspekte der Modernisierung von Straßenbeleuchtungsanlagen durch Contracting* [Online]. München, Deutschland: Contracting und Recht. Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/contracting/SBI_Gutachten_Dr_Birkenfeld.pdf [Zugriff am 2. September 2012]

BMBF (2013) *Kommunen im neuen Licht* [Online]. Berlin, Deutschland: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). [Zugriff am 2. Juli 2013]

BMU (2009) *Dem Klimawandel begegnen – Die Deutsche Anpassungsstrategie*. Berlin, Deutschland: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BMWI (2013) *Fündigkeitsrisiko Tiefengeothermie* [Online]. Berlin, Deutschland: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Verfügbar auf: http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=4aa561e46fff16fb87d819d09c769842;views;document&doc=10489 [Zugriff am 2. Juli 2013]

BNEF (2013) *Database* [Online]. London, Großbritannien: Bloomberg New Energy Finance. Verfügbar auf: http://about.bnef.com/ [Zugriff am 2. Juni 2013]

Bölke, M. & Kürzer, M. (2011) Zur Wirtschaftlichkeit neuer Windenergieanlagen: Eine Beispielrechnung für einen Standort in Rheinland-Pfalz. *In*: Babl, C., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Projektrisiken und Finanzierungsstrukturen bei Investitionen in Erneuerbare Energien*. Frankfurt: Peter Lang

Brasseur, G. & von Flotow, P. (2010) *Klimafolgenforschung zur Beurteilung der Auswirkungen von konvektiven Extremwetterereignissen auf die Schadenslast in Deutschland*. Hamburg: Climate Service Center. Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/CSC_SBI_WorkshopReport.pdf [Zugriff am 2. Februar 2013]

BVK (2012) *Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften e. V.* – Statistiken [Online]. Verfügbar auf: http://www.bvkap.de/privateequity.php/cat/42/title/Statistiken [Zugriff am 2. Juli 2013]

Cezanne, D., Schiereck, D. & Streuer, O. (2013) Mittelstandsanleihen: Hype oder Zukunftsmodell? Eine empirische Performanceanalyse im Vergleich der Mittelstandssegmente Bond und Entry Standard. *Corporate Finance*, 4: 241–248

Cleantech Group I3 (2013) *Database* [Online]. San Francisco, CA: Cleantech Group. Verfügbar auf: http://research.cleantech.com/ [Zugriff am 2. Juni 2013]

Coase, R. H. (1984) The New Institutional Economics. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft / Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 140: 229–231

CSC (2012) *Machbarkeitsstudie „Starkregenrisiko 2050" – ein Kooperationsprojekt zwischen dem GDV und dem CSC*: Abschlussbericht [Online]. Hamburg, Deutschland: Climate Service Center (CSC). Verfügbar auf: http://www.hzg.de/imperia/md/content/csc/workshopdokumente/extremwettereignisse/csc_machbarkeitsstudie_abschlussbericht.pdf [Zugriff am 2. September 2012]

CSP (2013) *Homepage* [Online]. Climate Services Partnership. Verfügbar auf: http://www.climate-services.org/ [Zugriff am 2. Juli 2013]

Deb, A., Jorch, D., Schiereck, D. & Walczyk, P. (2013) Regulierungsentscheidungen für Emissionszertifikate und Börsenreaktionen auf Cleantech-Unternehmen. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*, 36: 1–23

Dosi, G. (1990) Finance, innovation and industrial change. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 13: 299–319

Eisenbach, S., Ettenhuber, C., Schiereck, D. & von Flotow, P. (2011) Beginning Consolidation in the Renewable Energy Industry and Bidders' M&A-Success. *Technology and Investment*, 2: 81–91

Ettenhuber, C. (2013) *Financing corporate growth in the renewable energy industry*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Ettenhuber, C., Schiereck, D. & von Flotow, P. (2011) Finanzierungsrestriktionen bei kleinen und mittelständischen Unternehmen der Umwelttechnologiebranche – Stand der Forschung und offene Fragen. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht (ZfU)*, 1: 43–72

Finanz-Forum: Klimawandel (2011) *Memorandum Finanz-Forum: Klimawandel – Innovationen für Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel* [Online]. Berlin, Deutschland: Finanz-Forum: Klimawandel. Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/pdfs/2011-12-01_Memorandum_Finanz-Forum.pdf [Zugriff am 2. Juni 2012]

Fraunhoffer, R. & Schiereck, D. (2012) *Consolidation and communication in European energy markets. International Journal of Energy Sector Management,* 6: 534–557

Fraunhoffer, R., Schiereck, D. & Wieber, C. (2012) Werteffekte durch Finanzkommunikation von Auftragseingängen im Bereich der regenerativen Energien. *Der Betrieb*, 51/52: 2877–2883

Freebairn, J. W. & Zillman, J. W. (2002) Funding meteorological services. *Meteorological Applications*, 9: 45–54

Friebe, C. (2013) *Diffusion of Renewable Energy Technologies – Private Sector Perspectives on Emerging Markets*. Frankfurt, Germany: Peter Lang GmbH

Friebe, C. & von Flotow, P. (2011) *Rahmenbedingungen für Investitionen in Windparks in Schwellen- und Entwicklungsländern – Die Perspektive der Investoren*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI)

Friebe, C., von Flotow, P. & Täube, F. A. (2013) Exploring the link between products and services in low-income markets – Evidence from solar home systems. *Energy Policy*, 52: 760–769

Fritsch, M. (2010) *Marktversagen und Wirtschaftspolitik: Mikroökonomische Grundlagen staatlichen Handelns*. München, Deutschland: Vahlen

GFCS (2013) *Homepage* [Online]. Global Framework for Climate Services. Verfügbar auf: http://www.gfcs-climate.org/ [Zugriff am 2. Juli 2013]

Griliches, Z. (1992) *The search for R&D spillovers*. No. w3768. National Bureau of Economic Research

Hagedoorn, J., Link, A. & Vonortas, N. (2003) Introduction: Strategic Research Partnerships–Economic, Managerial and Policy Implications. *Technology analysis & strategic management*, 15: 155–157

Haley, U. C. V. & Schuler, D. A. (2011) Government Policy and Firm Strategy in the Solar Photovoltaic Industry. *California Management Review*, 54: 17–38

Harhoff, D. (2011) *The role of patents and licenses in securing external finance for innovation*. Cheltenham, Großbritannien: Edward Elgar Publishing

Hinrichsen, A. & Likholat, D. (2013) Der deutsche Privatkundenmarkt für Smart-Grid-Anwendungen: Status Quo und Potentiale. *In*: von Ahsen, A., Fraunhoffer, R. & Schiereck, D. (Hg.) *Wellenbrecher auf dem Weg zur Energiewende?* Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Hirsch-Kreinsen, H. (2011) Financial Market and Technological Innovation. *Industry & Innovation*, 18: 351–368

IEA (2011) *Energy for All: Financing Access for the Poor – Excerpt of the World Energy Outlook 2011*. Paris, France: International Energy Agency

Jaffe, A. B. (1996) Economic analysis of research spillovers: implications for the advanced technology program. *Economic assessment office, the advanced technology program, national institutes of standards and technology, US Department of Commerce*,

Jpi Climate (2013) *Homepage* [Online]. Bonn, Deutschland: Joint Programme Initiative Climate. Verfügbar auf: http://www.jpi-climate.eu/home [Zugriff am 2. Juni 2013]

Kebir, N., Spiegel, N., Schrecker, T., Groh, S., Scott, C., Ferrufino, G. A., von Flotow, P. & Friebe, C. (2013) *Exploring Energy SME Financing in Emerging and Developing Countries*. Oestrich-Winkel, Germany: Sustainable Business Institute (SBI)

Kenney, M. & Hargadon, A. (2012) *Misguided Policy?* California Management Review, 54: 118–139

Klemm, A. (2012a) *Contracting-Vertragsmuster für die kommunale Straßenbeleuchtung mit Erläuterungen* [Online]. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/portal_led.0.html [Zugriff am 2. September 2012]

Klemm, A. (2012b) *Mustervertrag zur Modernisierung von städtischen Straßenbeleuchtungsanlagen* (Variante: Finanzierungs-Contracting) [Online]. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/portal_led.0.html [Zugriff am 2. September 2012]

Klemm, A. (2012c) *Mustervertrag zur Modernisierung von städtischen Straßenbeleuchtungsanlagen* (Variante: Liefer-Contracting) [Online]. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/portal_led.0.html [Zugriff am 2. September 2012]

Lerner, J. (1999) The Government as Venture Capitalist: The Long-Run Impact of the SBIR Program. *The Journal of Business*, 72: 285–318

Lerner, J. (2002) Boom and Bust in the Venture Capital Industry and the Impact on Innovation. *Economic Review – Federal Reserve Bank of Atlanta*, 87: 25–40

Leviäkangas, P. (2009) Valuing meteorological information. *Meteorological Applications*, 16: 315–323

Love, G., Soares, A. & Püempel, H. (2010) Climate Change, Climate Variability and Transportation. *Procedia Environmental Sciences*, 1: 130–145

Ludolph, M. & von Flotow, P. (2013) *Climate information as an object of economic research: state and perspectives*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI)

Meinshausen, S., Munck, S. T. & Schiereck, D. (2013) Kosten der Kraftwerksbeseitigungen. *In*: Trillig, J., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Energiewende und Finanzierungsprobleme in der Solarindustrie*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Metcalfe, S. (1995) The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives. *Handbook of the economics of innovation and technological change*: 409–512

Meyer-Gohde, P., Meinshausen, S., Schiereck, D. & von Flotow, P. (2013) Entflechtung und Rekommunalisierung von netzgebundenen Infrastrukturen. *Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen*, 1/2013

Meyer-Gohde, P. & Schiereck, D. (2013) Effizienzperspektiven aus der Rekommunalisierung der deutschen Energieversorgung. *In*: von Ahsen, A., Fraunhoffer, R. & Schiereck, D. (Hg.) *Wellenbrecher auf dem Weg zur Energiewende? Zur Attraktivität von Energiespeicherung, nachhaltiger Erzeugung und Verbrauchersteuerung*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Meyer-Krahmer, F. (2003) Lead-Märkte und Innovationsstandorte. *In*: Warnecke, H.-J. & Bullinger, H.-J. (Hg.) *Kunststück Innovation*. Berlin und Heidelberg, Deutschland: Springer

Meza, F. J., Hansen, J. W. & Osgood, D. (2008) Economic Value of Seasonal Climate Forecasts for Agriculture: Review of Ex-Ante Assessments and Recommendations for Future Research. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47: 1269–1286

Munang, R., Rivington, M., Takle, E. S., Mackey, B., Thiawa, I. & Liua, J. (2010) Climate Information and Capacity Needs for Ecosystem Management under a Changing Climate. *Procedia Environmental Sciences*, 1: 206–227

Nightingale, P., Murray, G., Cowling, M., Baden-Fuller, C., Mason, C., Siepel, J., Hopkins, M. & Dannreuther, C. (2009) *From funding gaps to thin markets: UK Government support for early-stage venture capital*. London, Großbritannien: National Endowment for Science, Technology and the Arts

O'Sullivan, M. (2006) Finance and Innovation. *In*: Fagerberg, J., Mowery, D. C. & Nelson, R. R. (Hg.) *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press

Peneder, M. (2008) The problem of private under-investment in innovation: A policy mind map. *Technovation*, 28: 518–530

Peneder, M. (2010) The impact of venture capital on innovation behaviour and firm growth. Venture Capital: *An International Journal of Entrepreneurial Finance*, 12: 83–107

Perez, C. (2002) *Technological revolutions and financial capital: The dynamics of bubbles and golden ages*. Cheltenham, Großbritannien: Edward Elgar Publishing

Perez, C. (2004) Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. *In*: Reinert, E. S. (Hg.) *Globalization, Economic Development and Inequality: An Alternative Perspective*. Cheltenham, Großbritannien: Edward Elgar Publishing

Peterschmidt, N., Neumann, C., von Flotow, P., Friebe, C., Springmann, J.-P. & Schmidt-Reindahl, J. (2013) *Scaling up Micro-utilities for Rural Electrification – Private Sector Perspectives on Operational Approaches, Financing Instruments and Stakeholder Interaction*. Goslar und Oestrich-Winkel, Deutschland: Energieforschungszentrum Niedersachsen (efzn), INENSUS GmbH and Sustainable Business Institute (SBI)

Polzin, F. & von Flotow, P. (2013) *How cooperation between innovators and investors influences the innovation process*. Academy of Management Best Paper Proceedings 2013: 1–6

Rauch, W. & Schiereck, D. (2013) Projektfinanzierung von solarthermischen Kraftwerken. *In*: Trillig, J., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Energiewende und Finanzierungsprobleme in der Solarindustrie*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Riedler, J. (2013) *Wetter- und Katastrophenderivate: Studie für das Sustainable Business Institute (SBI)*. Mannheim, Deutschland: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) im Auftrag des Sustainable Business Institute (SBI)

Rodler, D., Ludolph, M. & von Flotow, P. (2013) *Herausforderung Klimakompetenz in der Stadtplanung: Ergebnisse einer Bedarfserhebung*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI)

Rüther, T. & Schiereck, D. (2013) Der historische Rückblick: Die Energiewende zur Atomkraft. *In*: Trillig, J., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Energiewende und Finanzierungsprobleme in der Solarindustrie*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Schaede, H., von Ahsen, A., Rinderknecht, S. & Schiereck, D. (2013) Electric Energy Storages – A Method for Specification, Design and Assessment. *International Journal of Agile Systems and Management*, 6: 142–163

Schiereck, D. & Trillig, J. (2011) Die Atomkatastrophe in Japan und die Kapitalkostenerwartungen für deutsche Energieerzeuger: Eine Note aus Sicht effizienter Finanzmärkte. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*, 2: 133–144

Schiereck, D. & Trillig, J. (2013) Regulatory Changes and the Volatility of Stock Returns – The German Solar Energy Sector. *Working Paper*

Schiereck, D. & Wörfel, F. (2013) Überlebenserwartungen von Finanzanalysten für Unternehmen der Solarindustrie. *In*: Trillig, J., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Energiewende und Finanzierungsprobleme in der Solarindustrie*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Schierenbeck, S. & Trillig, J. (2011) Risiken der Projektfinanzierung bei der Energieerzeugung durch tiefe Geothermieprojekte. *In*: Babl, C., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Projektrisiken und Finanzierungsstrukturen bei Investitionen in Erneuerbare Energien*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Schmidt, D. & Trillig, J. (2013) Eigenkapitalkosten der europäischen Photovoltaikindustrie. *In*: Trillig, J., von Flotow, P. & Schiereck, D. (Hg.) *Energiewende und Finanzierungsprobleme in der Solarindustrie*. Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Scott, D. & Lemieux, C. (2010) Weather and Climate Information for Tourism. *Procedia Environmental Sciences*, 1: 146–183

Steg, H. (2005) *Innovationspolitik in transnationalen Innovationssystemen*. Aachen, Deutschland: Shaker Verlag GmbH

Steiner, M. (2013) Zur Attraktivität der Energiegewinnung aus Abwasser. *In*: von Ahsen, A., Fraunhoffer, R. & Schiereck, D. (Hg.) *Wellenbrecher auf dem Weg zur Energiewende?* Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Stewart, T. R. (1997) Forecast value: Descriptive decision studies. *In*: Katz, R. W. & Murphy, A. H. (Hg.) *Economic Value of Weather and Climate Forecasts*. New York: Cambridge University Press

Stieper, M. (2012) Gutachten zu den Musterverträgen: *Das Eigentum an Straßenbeleuchtungsanlagen auf öffentlichem Grund und Boden* [Online]. Halle/Saale, Deutschland: Contracting und Recht. Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/contracting/SBI_Gutachten_Prof_Stieper.pdf [Zugriff am 2. September 2012]

Thomson One (2012) *Thomson ONE Private Equity* [Online]. New York, USA: Thomson Reuters. Verfügbar auf: http://banker.thomsonone.com/ [Zugriff am 2. Juni 2013]

Thomson One (2013) *Database* [Online]. New York, USA: Thomson Reuters. Verfügbar auf: www.thomsonone.com/ [Zugriff am 2. Juni 2013]

Tribbia, J. & Moser, S. C. (2008) More than information: what coastal managers need to plan for climate change. *Environmental Science & Policy*, 11: 315–328

Trillig, J. (2012) Regulatory changes and market reactions – the European renewable energy market. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 15: 116–129

Umweltbundesamt (Hg.) (2011) *Entwicklung eines Indikatorensystems für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)*, Berlin, Deutschland: Umweltbundesamt

Veugelers, R. (2012) Which policy instruments to induce clean innovating? *Research Policy*, 42: 1770–1778

von Ahsen, A. (2013) Wirtschaftlichkeitsanalysen für Plus-Energie-Häuser und dezentrale Energiespeicher mit Hilfe des Life Cycle Costing. *In*: von Ahsen, A., Fraunhoffer, R. & Schiereck, D. (Hg.) *Wellenbrecher auf dem Weg zur Energiewende?* Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

von Flotow, P. (2010) *Herausforderung Klimakompetenz: Kundenerwartungen an Finanzdienstleister – Ergebnisse einer Befragung von Privat- und Geschäftskunden*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI)

von Flotow, P. (2012) *Herausforderung Klimakompetenz im Kredit- und Versicherungsgeschäft – Ergebnisse einer Befragung von Geschäftskunden* [Online]. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/Herausforderung_Klimakompetenz.pdf [Zugriff am 2. September 2012]

von Flotow, P. & Cleemann, L. (2009) *Klimainformations-Systeme gemeinsam weiterentwickeln: Anforderungen an das Climate Service Center (CSC) aus Sicht der Finanzwirtschaft*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/CSC-Bericht_web.pdf [Zugriff am 2. Februar 2013]

von Flotow, P., Cleemann, L., Hummel, A., Ludolph, M., Clements-Hunt, P., Fischer, R. & Lopez, J. (2011) *Advancing adaptation through climate information services – Results of a global survey on the information requirements of the financial sector*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/pdfs/2011-01_UNEP_FI_Event/UNEP_FI_SBI_Study_2011-01-12.pdf [Zugriff am 2. Februar 2013]

von Flotow, P. & Kachel, P. (2011) Nachhaltigkeit und Shareholder Value aus Sicht börsennotierter Unternehmen – *Ergebnisse einer Umfrage des Deutschen Aktieninstituts e. V. und des Sustainable Business Institute (SBI) e. V.* [Online]. Frankfurt, Germany: Deutsches Aktieninstitut (DAI). Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/pdfs/2011-09-13_DAI-SBI-Studie_Nachhaltigkeit_und_Shareholder_Value.pdf [Zugriff am 2. September 2012]

von Flotow, P. & Rodler, D. (2013) *Herausforderung Klimakompetenz: Private Immobilienbesitzer*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI)

von Flotow, P., Scholand, M. & Klocke, A. (2013a) *Prinzipien und Initiativen des Finanzsektors zu Klimawandel, Klimaschutz und Nachhaltigkeit*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI)

von Flotow, P., Schröder, M. & Sander, C. (2013b) *Kundenerwartungen und finanzielle Performance des nachhaltigen Investment*. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI)

von Flotow, P., von Blücher, J. & Rock, A. (2009) *Dokumentation des Ideen- und Konzeptworkshops zur LED-Leitmarktinitiative* [Online]. Oestrich-Winkel, Deutschland: Sustainable Business Institute (SBI). Verfügbar auf: http://www.cfi21.org/fileadmin/user_upload/LED-Workshop-Bericht.pdf [Zugriff am 2. Februar 2013]

Wagner, J., Pfirrmann, B. & Schermer, G. (2013) Demand Response in Deutschland: Das wirtschaftliche und praktische Potential einer flexiblen Stromnachfrage. *In*: von Ahsen, A., Fraunhoffer, R. & Schiereck, D. (Hg.) *Wellenbrecher auf dem Weg zur Energiewende?* Frankfurt am Main, Deutschland: Peter Lang

Waissbein, O., Glemarec, Y., Bayraktar, H. & Schmidt, T. S. (2013) *Derisking Renewable Energy Investment*. New York, USA: United Nations Development Programme

WBGU (2012) *Financing the Global Energy-System Transformation*. Berlin, Deutschland: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)

WEF (2011) *Scaling Up Low-Carbon Infrastructure Investments in Developing Countries*. Genf, Schweiz: World Economic Forum

Wonglimpiyarat, J. (2011) The dynamics of financial innovation system. *The Journal of High Technology Management Research*, 22: 36–46

IMPRESSUM

Herausgeber:

SBI SUSTAINABLE BUSINESS INSTITUTE

Sustainable Business Institute (SBI) e. V.
Burgstraße 4, D-65375 Oestrich-Winkel
Tel. +49 (0) 6723 99 63-0, Fax +49 (0) 6723 99 63-21
Internet: www.sbi21.de, E-Mail: mailbox@sbi21.de

Diese Publikation entstand im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts „CFI – Climate Change, Financial Markets and Innovation“.
Weitere Informationen unter www.cfi21.org.

Autoren:
Dr. Paschen von Flotow, Sustainable Business Institute (SBI)
Prof. Dr. Dirk Schiereck, Technische Universität Darmstadt

Lektorat & Textbearbeitung:
Daniel Drews, Dennis Rodler, Cornelia Sander, Sustainable Business Institute (SBI)
Frauke Franckenstein, Hamburg

Gestaltung & Layout:
Dipl. Designer (FH) Alexander Freimann, Designbüro hypress.net

Druck:
W.B. Druckerei GmbH, Hochheim am Main
Gedruckt auf Optisilk „PEFC-zertifiziert“ von Igepa group
Innenteil: 115g/qm, Umschlag: 300g/qm

Aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern – nähere Informationen unter www.pefc.org

PEFC™
PEFC/04-31-1089

Quellenhinweis:
Fotograf Pfitzer: S1(Motive: LED, Bulle & Bär)
Fotolia LLC: S1(#2202985, #10177974, #29371336, #50058662)
iStockphoto LP: S1(#2421790, #16668192, #5778714, #3500843)
Shutterstock: S1(#1238240)

Der Bericht wurde redaktionell am 31.10.2013 abgeschlossen.
1. Auflage / 750 Stück, erschienen im November 2013

Alle in diesem Bericht veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Das gilt auch gegenüber Datenbanken und ähnlichen Einrichtungen. Die Reproduktion – ganz oder in Teilen – durch Nachdruck, fototechnische Vervielfältigung oder andere Verfahren, auch Auszüge, Bearbeitungen sowie Abbildungen bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Instituts. Alle übrigen Rechte vorbehalten.

© 2013, Sustainable Business Institute (SBI) e. V.

NOTIZEN

NOTIZEN

PEFC/04-31-1089