



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

 **DIE NEUE  
HIGHTECH  
STRATEGIE**  
Innovationen für Deutschland

# Forschungsagenda Green Economy



# Forschungsagenda Green Economy



## Vorwort



Mit der Green Economy verbinden wir das Ziel einer nachhaltigen Wirtschaftsweise, also einer Wirtschaft, die umwelt- und sozialverträglich und außerdem wettbewerbsfähig ist. Im Jahr 2012 hat die Staatengemeinschaft beim Umweltgipfel Rio+20 die Green Economy weiter konkretisiert. Es geht darum, den globalen Herausforderungen, die sich durch den Klimawandel, knappe Ressourcen und Umweltbelastungen ergeben, mit wirtschaftlich tragfähigen Lösungen zu begegnen.

Diesen Herausforderungen wollen wir uns stellen und gleichzeitig die Chancen einer Green Economy für Deutschland aufgreifen. Dazu haben wir 2012 den Agendaprozess Green Economy gestartet. Es ist unser Ziel, die Wandlung zur Green Economy durch technologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Innovationen zu unterstützen und zu gestalten. Die Aufgaben sind vielfältig und betreffen ein breites Spektrum von Handlungsfeldern. Sie reichen vom schonenden Umgang mit Energie, Rohstoffen und anderen Ressourcen über Fragen der Nachhaltigkeit im Finanzsektor, alternatives Konsumverhalten bis hin zur nachhaltigen Gestaltung von Mobilität und Infrastrukturen in unseren Städten und Regionen. Ebenso müssen wir uns fragen, welche Veränderungen die Green Economy für die Arbeitswelt mit sich bringt und welche neuen Anforderungen für die Aus- und Weiterbildung sich dadurch ergeben.

Die vorliegende Forschungsagenda ist ein wichtiger Meilenstein im Agendaprozess Green Economy. Das Besondere ist, dass wir diesen Prozess von Anfang an

gemeinsam mit den großen Wirtschaftsverbänden, Gewerkschaften, Verbraucherorganisationen und NGOs im Dialog geführt haben. Sie liefern uns wertvolle Beiträge und sind Garant für die bestmögliche Umsetzung der Ergebnisse. Die Forschungsergebnisse sollen unmittelbar für den Übergang zur Green Economy genutzt werden können.

In der neuen Hightech-Strategie der Bundesregierung ist nachhaltiges Wirtschaften als eine prioritäre Zukunftsaufgabe verankert. Die Forschungsagenda Green Economy legt den Grundstein für das Zusammenwirken der verschiedenen betroffenen Bundesressorts. Wir werden mit einer „Innovationspolitik aus einem Guss“ diese Aufgabe angehen.

Unser Dank gilt allen Fachleuten und Stakeholdern, die sich an der Entwicklung der Forschungsagenda aktiv beteiligt haben. Nun geht es darum, die Forschungsfragen aufzugreifen und in Projekten gemeinsam mit Anwendern und Stakeholdern umzusetzen. Diesen Weg wollen wir auch in Zukunft weiter beschreiten, damit kommende Generationen ihren Wohlstand auf einer intakten Umwelt und einer gesunden Wirtschaft gründen können.

A handwritten signature in blue ink that reads "Johanna Wanka". The signature is fluid and cursive.

Prof. Dr. Johanna Wanka  
Bundesministerin für Bildung und Forschung



# Inhalt

## Vorwort

1	Auf dem Weg zur Green Economy	3
2	Akteure der Green Economy	5
3	Forschung zur Green Economy	8
4	Handlungsfelder der Green Economy	9
4.1	Produktion und Ressourcen: Rohstoffe, Wasser und Land	10
4.2	Nachhaltigkeit und Finanzdienstleistungen	20
4.3	Nachhaltiger Konsum	25
4.4	Nachhaltige Energieversorgung und -nutzung in der Wirtschaft	28
4.5	Nachhaltige Mobilitätssysteme	31
4.6	Infrastrukturen und intelligente Versorgungssysteme für die Zukunftsstadt	33
5	Arbeit und Qualifizierung in der Green Economy	36
6	Green Economy weltweit	38
	Endnotenverzeichnis	40



# 1 Auf dem Weg zur Green Economy

Das Leitbild der Green Economy ist eine international wettbewerbsfähige, umwelt- und sozialverträgliche Wirtschaft. Das Konzept verbindet Ökologie und Ökonomie positiv miteinander. Die Green Economy steigert die gesellschaftliche Wohlfahrt, bekämpft Armut und strebt soziale Gerechtigkeit an. Vor dem Hintergrund anerkannter ökologischer Grenzen soll ein umweltverträgliches, qualitatives und somit nachhaltiges Wachstum auf Basis eines umfassenden Verständnisses der Zusammenhänge in Wirtschaft, Finanzwesen und Politik ermöglicht werden. Ziel ist, veränderte, nachhaltige Produktions- und Konsumweisen zu entwickeln, damit weltweit und insbesondere für kommende Generationen Wohlstand und eine hohe Lebensqualität gesichert werden können. Neben den positiven Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft wird dadurch auch die Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz des Standorts Deutschland gestärkt.

Der Weg zur Green Economy führt über einen Veränderungsprozess, der die gesamte Gesellschaft betrifft. Es geht darum, eine umfassende ökologische Modernisierung der gesamten Wirtschaft und ihrer Sektoren in den Blick zu nehmen, insbesondere hinsichtlich Ressourcenverbrauch, Emissionsreduktion, Steigerung von Energie- und Rohstoffproduktivität sowie nachhaltiger Gestaltung von Produkten, Versorgungssystemen und Infrastrukturen. Fragen nach Lebens- und Arbeitsbedingungen, Konsummustern, Produktlebenszyklen und Finanzierungsmodellen stehen damit in direktem Zusammenhang. Die betreffenden Wertschöpfungsketten und -netze müssen ganzheitlich betrachtet werden und die komplexen Wechselwirkungen und Beziehungen der beteiligten Akteure Berücksichtigung finden. Nur durch eine systemische Herangehensweise entstehen innovative Lösungen, mit denen den globalen Herausforderungen – etwa begrenzten Ressourcen, bedrohten Ökosystemen, Klimawandel und demografischer Entwicklung – wirtschaftlich erfolgreich begegnet werden kann. Neben technischem Fortschritt sind auch organisatorische und soziale Innovationen für den Übergang zu einer Green Economy erforderlich.

Die Lösungen, die auf diese Weise entwickelt werden, müssen der Komplexität und Vielfältigkeit der Interdependenzen und Rückkopplungen zwischen den verschiedenen aufeinander wirkenden Systemen

Rechnung tragen. Wechselwirkungen von technologischen Innovationssprüngen, Marktdynamiken, Verbraucherpsychologie und reagierenden Ökosystemen können zu unvorhergesehenen Veränderungen der Rahmenbedingungen für den Transformationsprozess führen. Hier ist darauf zu achten, die Innovationsschritte so zu gestalten, dass man flexibel auf sich wandelnde Rahmenbedingungen reagieren kann und sich nicht in Pfadabhängigkeiten begibt.

Eine ausschließlich nationale Betrachtungsweise kann dabei nicht zu einer nachhaltigen Entwicklung führen: Soziale Nachhaltigkeit, Umweltverträglichkeit und Wettbewerbsfähigkeit sind in den globalen Wertschöpfungsketten zu analysieren. Green Economy war zentrales Thema des Umweltgipfels Rio+20 im Juni 2012. Laut Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) ist der Übergang zu einer sozial-ökologischen Marktwirtschaft dann zu schaffen, wenn bis 2050 jährlich 2 % des weltweiten Bruttoinlandsprodukts (BIP) (gegenwärtig ca. 1,3 Billionen US-Dollar) investiert werden in den ökologischen Wandel von Schlüssel-sektoren wie Landwirtschaft, Bauwesen, Energieversorgung, Industrie, Transportwesen oder Abfall- und Wasserwirtschaft. Diese Investitionen greifen jedoch nur, wenn damit systemische Innovationen umgesetzt werden, die auf evidenzbasiertem Wissen beruhen und auch von politischen Reformen auf nationaler und internationaler Ebene begleitet werden.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat daher als Fortsetzung der Diskussion nach Rio+20 gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Bau, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUB) einen Agendaprozess zur Green Economy gestartet mit dem Ziel, den Veränderungsprozess zur Green Economy durch anwendungsnahe Forschung unter Einbindung der betroffenen Stakeholder und Akteure zu unterstützen und mitzugestalten. Dieser Prozess bezieht Perspektiven der Wirtschaft, der Wissenschaft, der Verwaltungen und gesellschaftlicher Gruppen ein. Beginnend mit der Konferenz „Green Economy – Ein neues Wirtschaftswunder?“ im September 2012 und einer Reihe von darauf aufbauenden Agenda-Workshops wurden Forschungsfragen in sechs Handlungsfeldern entwickelt im Dialog mit Fachleuten und Stakeholdern aus Forschungseinrichtungen, Un-



ternehmen, Verbänden, Gewerkschaften, Kommunen und zivilgesellschaftlichen Gruppen.

In der vorliegenden Forschungsagenda sind die Ergebnisse dieses Prozesses dargestellt. Zu ausgewählten Themen in den Handlungsfeldern werden nun in einer ersten Pilotphase Maßnahmen konkretisiert und umgesetzt. Ziel ist dabei auch, das Bild der Green Economy weiterzuentwickeln und den Handlungskontext kontinuierlich zu erweitern.

Die Forschungsagenda Green Economy ist als Leitinitiative eingebettet in das weiterentwickelte Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklungen – FONA<sup>3</sup>“. Es fließen aber auch Maßnahmen aus anderen Förderlinien des BMBF ein, z. B. aus der Bioökonomie, der Forschung für Produktion, Neue Werkstoffe oder Elektroniksysteme.

Gleichzeitig ist der Agendaprozess Green Economy eine ressortübergreifende Initiative. Mit den Forschungsthemen in der Agenda werden zentrale Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung aufgegriffen, die Nachhaltigkeit als ein politisches Leitprinzip beschreibt [1]. Zudem setzt die Forschungsagenda Green Economy auf der weiterentwickelten Hightech-Strategie der Bundesregierung auf. Dort ist „Nachhaltiges Wirtschaften“ fest verankert als eine von sechs prioritären Zukunftsaufgaben für eine Innovationspolitik aus „einem Guss“ [2]. Das bedeutet, dass bei der Operationalisierung der Forschungsagenda auch auf die Anschlussfähigkeit an die Umwelt- und Wirtschaftspolitik der Bundesregierung geachtet wird.



Live-Schaltung zu Achim Steiner, Exekutivdirektor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP), während der Green Economy Konferenz 2012

## 2 Akteure der Green Economy

Die Forschungsagenda Green Economy bezieht Perspektiven der Wirtschaft, der Wissenschaft und gesellschaftlicher Gruppen ein. Dabei werden alle Felder wirtschaftlichen Handelns in Deutschland und im internationalen Kontext betrachtet: Finanzen, Arbeit, Produktion und Konsum. Durch das Zusammenwirken der beteiligten Akteure und Stakeholder in den jeweiligen Handlungsfeldern lassen sich die unterschiedlichen Perspektiven und Interessen in den Transformationsprozess zur Green Economy einbringen und gemeinsam Lösungsstrategien entwickeln.

### Unternehmen

Der Wandel zur Green Economy betrifft alle Wirtschaftssektoren – von der Rohstoffwirtschaft über das Bauwesen, verarbeitende Gewerbe bis zum Handel und Dienstleistungssektor. Neben vielfältigen inkrementellen Entwicklungsschritten, etwa bei Effizienzsteigerungen, geht es vor allem darum, Geschäftsmodelle neu zu entwickeln oder weiterzuentwickeln und Innovationen unternehmerisch umzusetzen. Dies erfordert häufig ein längerfristiges Denken und die Entwicklung von Langfriststrategien bei den Unternehmen. Denn die Ziele, die mit dem Wandel zur Green Economy verknüpft sind, beziehen sich in der Regel auf Zeiträume von mehreren Jahrzehnten. Bei der dafür notwendigen Forschungs- und Entwicklungsarbeit sollen die Unternehmen unterstützt werden. Als zentrale Anwender und Umsetzer von Innovationen für eine nachhaltige Wirtschaft werden Unternehmen von Beginn an in die Entwicklung und Realisation von Forschungsvorhaben eingebunden. Dabei steht die Förderung von vielversprechenden Innovationen, die bereits einen gewissen Reifegrad erreicht haben, und nahe der potenziellen wirtschaftlichen Umsetzung stehen, im Vordergrund. Häufig geht es darum, Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung, die im Labormaßstab erfolgreich entwickelt wurden, durch das „Tal des Todes“ in die großtechnische Anwendung zu überführen und so den entscheidenden letzten Schritt im Innovationsprozess zu ermöglichen. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die die Entwicklung nachhaltiger Produkte und Verfahren in vielen Bereichen maßgeblich vorantreiben, stellen die mit diesem Schritt verbundenen Kosten und Risiken häufig vor große Herausforderungen. Daher sollten für

KMU passgerechte und praktikable Förderinstrumente bereitgestellt werden.

Ein besonderes Augenmerk ist zudem auf Entrepreneurre und Neugründungen mit innovativen Geschäftsmodellen zu richten. Diese können mit ihrer besonderen Dynamik, Innovationsfähigkeit und Flexibilität eine wichtige Rolle bei der Gestaltung der Green Economy spielen. Eine interessante Fragestellung ist hier, unter welchen Voraussetzungen und Akteurskonstellationen solche Neugründungen besonders erfolgreich und für die Green Economy zielführend sind. So fand beispielsweise mehr als die Hälfte der Neugründungen von Genossenschaften in den letzten Jahren im Bereich Energie, Umwelt, Wasser statt. Diese sich neuer Beliebtheit erfreuende Organisationsform ermöglicht das gemeinsame Handeln verschiedener Akteure vor Ort und führt ökologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Interessen zusammen.

### Wissenschaft

Forschung für die Entwicklung zur Green Economy soll anwendungsnahe und bedarfsorientiert sein. Das bedeutet, die Wissenschaft erarbeitet Lösungen zu Forschungsfragen, die sich aus dem konkreten Bedarf von Anwendern und Stakeholdern ergeben und in partizipativ gestalteten Prozessen identifiziert und formuliert werden. Auf dieser Grundlage soll die Forschung eine möglichst hohe Relevanz entfalten für die Transformation zur Green Economy.

Der Weg zur Green Economy führt über technologische und gesellschaftliche Innovationen, denn nur gesellschaftlich akzeptierte und in der Breite angenommene Innovationen können für eine nachhaltige Lebens- und Wirtschaftsweise bedeutsam werden. Die Gesellschaftswissenschaften sind daher genauso gefragt wie die Natur- und Technikwissenschaften, wenn es darum geht, Anwender bei der Entwicklung und Umsetzung von nachhaltigen Innovationen zu unterstützen. Häufig ergeben sich vielversprechende neue Ansätze an den Schnittstellen zwischen einzelnen Fachdisziplinen und Technologiefeldern. Hier gilt es, in interdisziplinärer Zusammenarbeit und mit ganzheitlichen Forschungsansätzen Lösungswege aufzuzeigen, die Systeminnovationen ermöglichen und so signifikant zur Green

Economy beitragen. Dabei ist zunächst der betrachtete Kontext zu definieren und die Frage zu stellen, wie Systemgrenzen jeweils sinnvoll gesetzt werden.

Inkrementelle Innovationen, etwa im Bereich der Effizienzsteigerung, sind ein wichtiges Element für die Entwicklung zu einer Green Economy – vorausgesetzt, sie lassen sich gut transferieren und vielfach anwenden, um eine signifikante Wirkung auf den Transformationsprozess zu erreichen. Ein besonderes Augenmerk sollte aus wissenschaftlicher Perspektive aber auch auf potenziell disruptive Innovationen gerichtet werden. Solche Innovations sprünge, die einen bestehenden Markt oder eine Branche massiv verwandeln, können entscheidende Schritte auf dem Weg zur Green Economy sein, indem sie neue Akteure ins Spiel bringen, neue Geschäftsmodelle erlauben, ein anderes Verhalten stimulieren oder die Rahmenbedingungen grundlegend verändern. Beide Arten von Innovationen werden in den verschiedenen Handlungsfeldern der Forschungsagenda Green Economy angestrebt.

### Politik

Für die Entwicklung zur Green Economy reicht Forschung alleine nicht aus. Der gesamtgesellschaftliche Wandlungsprozess bedarf einer Governance, die international wie national, auf Landesebene und kommunaler Ebene geeignete Rahmenbedingungen setzt und mit den Stakeholdern aushandelt. Der Staat muss diese Verantwortungs- und Handlungskonzepte auf allen Ebenen durch entsprechende Maßnahmen rechtlicher, organisatorischer, beratender und fördernder Instrumente anregen und unterstützen. Der Staat lässt dabei so viel Markt, Wettbewerb und Spielraum für individuelle Kreativität wie möglich. So können die Chancen und Potenziale der Green Economy durch die Kreativität des Marktes noch schneller und besser erschlossen werden.

Um die in Teilen begonnene Transformation zu einer Green Economy voranzubringen, ist die weitere Ausgestaltung des Ordnungsrahmens erforderlich. Er ist so fortzuentwickeln, dass Umweltschäden vermieden werden, vor allem indem externe Kosten der Umweltverschmutzung, des Ressourceneinsatzes und der Beeinträchtigung des Naturkapitals zunehmend verursachergerecht eingepreist sowie umweltschäd-

liche Subventionen kontinuierlich abgebaut werden. So zahlen sich Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz bisher wirtschaftlich oftmals nicht oder erst mit großer zeitlicher Verzögerung aus – beispielsweise wenn sich Investitionen in entsprechende Produktionsanlagen durch den niedrigeren Ressourcenverbrauch erst nach Jahren amortisieren. Hier muss die Politik die Rahmenbedingungen für Investitionen so gestalten, dass sich positive gesamtgesellschaftliche Effekte auch in der kurz- und mittelfristigen betriebswirtschaftlichen Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen niederschlagen.

Eine wirksame und effiziente politische Gestaltung der Entwicklung zur Green Economy kann nur durch das kohärente Zusammenwirken aller politischen Ebenen und eine Innovationspolitik „aus einem Guss“ erreicht werden, wie sie mit der neuen Hightech-Strategie der Bundesregierung angestrebt wird. Auf Bundesebene ist hier eine enge und frühzeitige Abstimmung zwischen den Ressorts erforderlich, um die Umsetzung von Forschungsergebnissen in nachhaltige Innovationen zu ermöglichen. Instrumente der Förderung und der Rahmengestaltung, die in verschiedene Zuständigkeitsbereiche fallen, sollen so aufeinander abgestimmt werden, dass sie sich ergänzen und ineinandergreifen. Dies betrifft auch die Anschlussfähigkeit an internationale Programme und Initiativen auf europäischer Ebene und weltweit. Ein wichtiger Aspekt ist dabei auch die Geschwindigkeit, mit der Innovationsstrategien umgesetzt werden können: Im Rahmen der Governance des Transformationsprozesses ist darauf zu achten, ob eine verfolgte Innovationsstrategie in der Lage ist, festgelegte Ziele, etwa auf Basis internationaler Abkommen, in einem vorgegebenen Zeitraum zu erreichen.

### Zivilgesellschaft

Die Transformation zur Green Economy betrifft die gesamte Gesellschaft. Hier geht es nicht nur darum, Bürgerinnen und Bürgern Forschungsergebnisse, Innovationsprozesse und notwendige Veränderungen zu erklären, etwa um die Akzeptanz für bestimmte Projekte oder Technologien zu erhöhen. Vielmehr werden Bürgerinnen und Bürger Teil des Innovationsprozesses, indem sie an allen Schritten aktiv mitwirken. Hier sind sowohl Meinungsbilder einzelner Bürgerinnen und Bürger gefragt als auch von Verbänden und anderen

gesellschaftlichen Organisationen. Die Mitgestaltung fängt bei der Formulierung des Forschungsbedarfs an und reicht über die Beteiligung an Forschungsprojekten bis zur aktiven Umsetzung von Forschungsergebnissen in Innovationen. Das heißt: Bürgerinnen und Bürger bringen ihre Interessen und Bedarfe in Agenda-prozesse und Bürgerdialoge ein. Sie tragen selbst zur Gewinnung von Forschungsdaten und -ergebnissen bei, z. B. durch neue Formen der Bürgerforschung („Citizen Science“). Und sie übernehmen neue Rollen in der Green Economy, z. B. als Finanzgeber in Crowdfunding-Projekten, Teilhaber in Genossenschaften oder Anbieter und Nutzer von Produkten und Dienstleistungen im Rahmen von alternativen Besitz- und Konsumformen basierend auf einer Kultur des Tauschens und Teilens.

Daneben ist auch die Beteiligung von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern in den Betrieben eine wesentliche Erfolgsgröße für einen gelingenden Übergang in die grüne Ökonomie. Fair und gut bezahlte Arbeit sichert den sozialen Frieden und stellt beim privaten Konsum die materiellen Voraussetzungen, um auch Aspekte der Nachhaltigkeit zu berücksichtigen. Sie stellt in Verbindung mit ausreichender Qualifizierung ein wichtiges Element für die Wettbewerbsfähigkeit einer Wirtschaft dar, die sich auf hohem technologischem Niveau bewegt und die Fähigkeit zu permanenter Innovation voraussetzt.



„Technik ‚Made in Germany‘ hilft weltweit, Wirtschaftswachstum und Umweltschutz in Einklang zu bringen. Solch eine ‚Green Economy‘ gelingt mit innovationsstarken Unternehmen. Basis dafür sind weiterhin eine gute Grundlagenforschung auf der einen Seite und ausreichende Gestaltungsspielräume für die private Wirtschaft in der Umsetzung auf der anderen Seite. Dann können aus klugen Forschungsideen erfolgreiche Produkte für eine grüne Wirtschaft werden. Die IHK-Organisation unterstützt die Unternehmen in der Green Economy. Deutschlandweit wurden z. B. im Rahmen der Partnerschaft für Klimaschutz und Energieeffizienz mehr als 5.600 Unternehmen beraten, wie sie ihren Energieeinsatz verbessern können.“

**Dr. Achim Dercks, stellv. DIHK-Hauptgeschäftsführer**

---

## 3 Forschung zur Green Economy

Neben den besonderen inhaltlichen Zielsetzungen sollen sich die Förderaktivitäten zur Green Economy durch spezifische Ansätze bei den Förderinstrumenten auszeichnen und bestimmte Kriterien erfüllen. So werden im Rahmen der Forschungsagenda Fördermaßnahmen umgesetzt, die

- nah an der Anwendung sind und Anwender/Stakeholder in die Entwicklung einbinden,
- eine systemische Betrachtung hinsichtlich des Beitrags zu einer nachhaltigen Entwicklung beinhalten,
- eine erkennbare Hebelwirkung auf die volkswirtschaftliche Entwicklung zur Green Economy erwarten lassen.

Die Umsetzung der Green Economy Agenda soll in Phasen erfolgen.

1. Zunächst wird es eine Pilotphase geben, in der ausgewählte Themen aufgegriffen und in Förderprojekten bzw. durch Studien exemplarisch bearbeitet werden. Ziel ist dabei auch, ein klareres Bild der Green Economy zu entwickeln. Für die Pilotphase ist eine Dauer von zwei Jahren angesetzt.
2. Die Weiterentwicklung der Green Economy-Förderlinie und die Ausgestaltung der folgenden Phasen erfolgen innerhalb der Pilotphase unter Berücksichtigung erster Ergebnisse und Erfahrungen durch einen fortgesetzten partizipativen Prozess.

Im Sinne eines „lernenden Programms“ können zudem kontinuierlich neue Themen in die Agenda eingespeist werden. Auf einer alle zwei Jahre stattfindenden Green Economy Konferenz lassen sich Ergebnisse aus den Projekten präsentieren, über neue Forschungsfragen und Ansätze soll hier diskutiert werden.

### Förderinstrumente:

Es steht ein „Baukasten“ von Förderinstrumenten zur Verfügung, die die verschiedenen Ziele der Agenda direkt adressieren und die unten dargestellten Aufgaben der Forschung aufgreifen. Mit diesen Komponenten wird Green Economy als Querschnittsthema breit in der Förderung verankert und die Öffnung zu Politikbereichen über die Forschung und Entwicklung hinaus ermöglicht. Das Grundprinzip ist dabei immer:

Forschung zur Unterstützung der Transformation zur Green Economy mit konkretem Anwendungsbezug und Einbindung von Stakeholdern/Anwendern.

### Aufgaben und Strukturmerkmale der Forschung

#### 1. Systemische Analysen zur Green Economy

(Forschung stellt den Stakeholdern – insbesondere der Politik – Entscheidungswissen zur Verfügung)

- Studien und Forschungsprojekte zu systemischen Fragen und zur Zielerreichung auf dem Weg zur Green Economy
- Erarbeitung von Fragestellungen gemeinsam mit Stakeholdern
- Betrachtung von Erfolgsbedingungen und Governance des Transformationsprozesses

#### 2. Forschung für grüne Innovationen, technologisch und gesellschaftlich

(Forschung entwickelt gemeinsam mit Anwendern grüne Innovationen)

- Transdisziplinäre Projekte durch Einbeziehung von Stakeholdern; Verbundförderung
- Systembetrachtung entlang der betreffenden Wertschöpfungsketten in Bezug auf die Ziele einer Green Economy

#### 3. Stakeholderdialoge zur konkreten Umsetzung der Green Economy

(Forschung unterstützt Umsetzungsprozesse von Stakeholdern)

- Betrachtung zentraler oder beispielhafter Projekte zur Umsetzung der Green Economy, die nicht vorankommen, da sich Stakeholder gegenseitig blockieren
- Beratung des Umsetzungsprozesses, Erarbeitung von Fragestellungen gemeinsam mit den Stakeholdern und Bereitstellung von objektivem Entscheidungswissen

## 4 Handlungsfelder der Green Economy

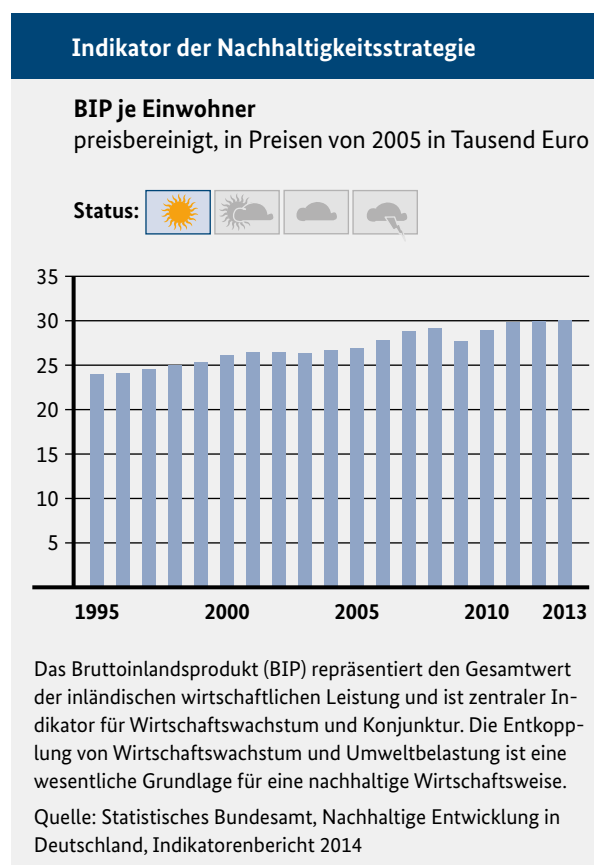
Die Realisierung der Green Economy erfordert veränderte, nachhaltige und die Megatrends berücksichtigende Produktions- und Konsumweisen, damit auch weltweit und für kommende Generationen Wohlstand und eine hohe Lebensqualität gesichert werden können. Eine große Rolle spielen dabei die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Akteursgruppen, etwa zwischen Produzenten und Konsumenten oder Finanz- und Realwirtschaft. Dies setzt interdisziplinäre Forschungsansätze voraus und bedingt in vielen Fällen eine Betrachtung über einzelne Wirtschaftssektoren und Landesgrenzen hinaus.

Im Rahmen der Forschungsagenda soll die Entwicklung zur Green Economy in den folgenden sechs Handlungsfeldern durch anwendungsnahe Forschung unterstützt werden:

- Produktion und Ressourcen: Rohstoffe, Wasser und Land
- Nachhaltigkeit und Finanzdienstleistungen
- Nachhaltiger Konsum
- Nachhaltige Energieversorgung und -nutzung in der Wirtschaft
- Nachhaltige Mobilitätssysteme
- Infrastrukturen und intelligente Versorgungssysteme für die Zukunftsstadt

Die Veränderung der gesamten Volkswirtschaft zu einer Green Economy ist ein langer gesamtgesellschaftlicher Prozess, der sich komplex zusammensetzt aus einer Vielzahl einzelner Entwicklungen. Um eine bessere Steuerung zu ermöglichen, ist es wichtig, zu erfassen, in welchem Maße man sich den angestrebten Zielen tatsächlich nähert. Der wirtschaftliche Gesamterfolg einer Volkswirtschaft wird üblicherweise im Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) angegeben. Es liegt auf der Hand, dass dieser Wert alleine nicht ausreicht als Maß für den Erfolg einer Green Economy, einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Wirtschaftsweise. Im Kontext der Diskussionen um nachhaltige Entwicklung, Wohlstand und Lebensqualität wird in verschiedenen Gremien auf nationaler und internationaler Ebene diskutiert, welche Indikatoren über das BIP hinaus geeignet sind, den Veränderungsprozess hin zur Green Economy zu erfassen.

Benötigt wird ein Satz von Indikatoren, durch den die ökonomischen, ökologischen und sozialen Ziele der Green Economy gleichermaßen aufgenommen werden. Auch die Folgen für die kommenden Generationen müssen in aktuelle Entscheidungsprozesse einbezogen werden. Mit der Entwicklung eines solchen Indikatorensatzes haben sich verschiedene Kommissionen mit wissenschaftlicher Unterstützung beschäftigt. So hat etwa die Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität – Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der sozialen Marktwirtschaft“ einen Vorschlag für einen ganzheitlichen Satz von Wohlstands- und Fortschrittsindikatoren erarbeitet. Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie basiert auf einem Satz von 21 Indikatoren, die den Innovationsfortschritt auf dem Weg zur nachhaltigen Gesellschaft messen. In der folgenden Darstellung der Handlungsfelder wird der Fortschritt der Transformation zur Green Economy durch eine Auswahl dieser 21 Indikatoren verdeutlicht.





## 4.1 Produktion und Ressourcen: Rohstoffe, Wasser und Land

### Ausgangssituation

Zu den zentralen Themen einer Green Economy gehört ein schonender Umgang mit endlichen Ressourcen bei der Produktion von Konsum- und Investitionsgütern. Ziel der Bundesregierung ist es, die Rohstoffproduktivität bis 2020 bezogen auf 1994 zu verdoppeln und den Ressourcenverbrauch vom Wirtschaftswachstum und den Umweltauswirkungen zu entkoppeln (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie 2002). Die deutsche Wirtschaft verarbeitet jährlich etwa 1,25 Mrd. Tonnen mineralische Rohstoffe, das heißt Minerale, (fossile) Energierohstoffe und Metalle. Die Rohstoffentnahmen im In- und Ausland verursachen bei Gewinnung und Verarbeitung steigende Kosten und z. T. gravierende Umweltbelastungen. Gleichwohl ist eine sichere Rohstoffversorgung Grundlage für die produzierende Industrie am Standort Deutschland und damit letztlich für unseren künftigen Wohlstand. Darüber hinaus muss eine nachhaltige Wirtschaftsweise künftig weniger auf fossilen Rohstoffen basieren als vielmehr zunehmend auf nachhaltig produzierten erneuerbaren Ressourcen und Produkten sowie auf natürlichen Stoffkreisläufen. Dies schließt Fragen der nachhaltigen Erzeugung und Beschaffung von Rohstoffen, der Transparenz und Einhaltung von sozialen Standards bei der Rohstoffgewinnung, des Flächenverbrauchs, des Produktdesigns sowie der Wiederverwertung und des Recyclings ein. Ebenso müssen bei der vollständigen Betrachtung von Produktlebenszyklen auch Nutzungsphasen und Konsummuster berücksichtigt werden. Für viele Erdsystemprozesse,

in die der Mensch eingreift, sind limitierende Faktoren nicht etwa die Verfügbarkeit von Rohstoffvorkommen, sondern vor allem die Umweltauswirkungen bei deren Abbau sowie die Kapazität von Senken, z. B. CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre oder Phosphor- und Stickstoffaustrag aus den Böden in die Gewässer.

Im Kontext einer Green Economy muss eine umweltverträgliche Rohstoffwirtschaft sowohl auf eine relative als auch auf eine absolute Entkopplung abzielen: Zum einen soll durch höhere Effizienz und technische Innovationen eine Entkopplung von Wohlstand bzw. Wirtschaftswachstum und Rohstoffverbrauch (Entkopplung im engeren Sinne) erreicht werden, zum anderen soll Wohlstand von Umweltbelastungen entkoppelt werden (Entkopplung im weiteren Sinne). Ansatzpunkte für solche Entkopplungen bestehen etwa in der Steigerung der Rohstoff- und Energieproduktivität, einer vermehrten Kreislaufführung der Rohstoffe, Substitution durch erneuerbare Rohstoffe oder angepasste Konsummuster und systemische Innovationen. Für die Umsetzung der Energiewende, nachhaltige Umwelttechnologien und viele Hightech-Anwendungen wird künftig der Bedarf an wirtschaftsstrategischen Rohstoffen, z. B. Seltenen Erden, steigen. Sekundärrohstoffquellen decken diesen Bedarf in absehbarer Zeit nicht ab. Innovative Rohstofftechnologien werden benötigt, die zu geringen Umweltauswirkungen bei der Gewinnung und Verarbeitung von Primärrohstoffen beitragen. Hier sind die Wissenschaftler und Anwender gefragt, gemeinsam Lösungen zu entwickeln. Insbe-

### Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030 und Politikstrategie Bioökonomie

Die Entwicklung einer international wettbewerbsfähigen biobasierten Wirtschaftsweise oder auch Bioökonomie ist eine wichtige Säule für die Green Economy. Hier hat die Bundesregierung bereits 2010 mit der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ [3] eine forschungspolitische Grundlage geschaffen und erste Weichenstellungen für einen Wandlungsprozess hin zu einer biobasierten Wirtschaftsweise vorgenommen. Im Sinne einer kohärenten Politikgestaltung wurden diese Weichenstellungen mit der „Nationalen Politikstrategie Bioökonomie“ [4] ergänzt um weitere politische Rahmenbedingungen und Handlungsfelder (Industrie- und Energiepolitik, Agrar-, Forst- und Fischereipolitik, Klima- und Umweltpolitik sowie Forschungs- und Entwicklungspolitik). Indem die Bioökonomie biologische Vorgänge und Ressourcen einsetzt, weiterentwickelt und damit leistungsfähiger macht, werden Technologie, Ökonomie und Ökologie systemisch und nachhaltig verbunden – in Übereinstimmung mit den Zielen und Leitlinien einer Green Economy.

sondere soll die Umsetzung von vielversprechenden Forschungs- und Entwicklungsergebnissen hin zur erstmaligen industriellen Umsetzung mit begleitender Industrieforschung gefördert werden, um so Innovationen für mehr Nachhaltigkeit durch das sogenannte „Tal des Todes“ zu helfen.

Zwar sind Unternehmen im Bereich Ressourceneffizienz schon vielfältig aktiv, allerdings aus sehr unterschiedlichen Gründen; meist wegen der damit verbundenen Kosteneinsparungen, aber auch, weil es von der Kundschaft eingefordert wird, mit Rekrutierungsperspektiven oder etwa aus Interesse und Engagement des Inhabers. Um eine signifikante Reduktion der eingesetzten nicht erneuerbaren Ressourcen zu erreichen, müssen Unternehmen vollständige Wertschöpfungsketten und -netze betrachten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein großer Teil der für Deutschland relevanten Wertschöpfungsketten im Ausland liegt. Hier sind neue Ansätze zur kooperativen Umsetzung zwischen deutschen Unternehmen und ausländischen Zulieferern zu entwickeln, um Ressourcenverbrauch beziehungsweise Ressourceneinsatz, Emissionen und Umweltauswirkungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu verringern und auch Arbeitsbedingungen zu verbessern.

Darüber hinaus ist für die Entwicklung zur Green Economy zu klären, wie Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen angemessen (ökonomisch) bewertet und in betriebs- und volkswirtschaftlichen Prozessen besser berücksichtigt werden können. Hier sind entsprechende Konzepte, Modelle und Management-Instrumente zu entwickeln. Auch findet der unterirdische

Raum in seiner herausragenden Bedeutung als Grundwasserreservoir, Lagerstätte für Energieressourcen und mineralische Rohstoffe sowie als Energiespeicher bisher noch wenig Beachtung in volkswirtschaftlichen Analysen.

### Beispiele für Förderthemen

#### Forschung zur stofflichen Nutzung von Biomasse

Die Substitution mineralischer und fossiler Rohstoffe durch nachhaltig erzeugte Biomasse kann einen wesentlichen Beitrag zum schonenden Umgang mit endlichen Ressourcen in der Bioökonomie bzw. auch in der Green Economy leisten. Doch auch hier ist darauf zu achten, dass die Produktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Boden, Pflanzen, Konvertierungsverfahren, Produkte) nachhaltig ist. Dies betrifft nicht nur technische Innovationen, z. B. zur Vermeidung von Nachernteverlusten und Reststoffen oder die integrale Produktion verschiedener Produkte durch vollständige Verarbeitung verschiedener Arten von Biomasse, etwa auch von Lebensmittelabfällen. Die Wertschöpfungsketten bioökonomischer Produkte beispielsweise sind in den verschiedenen Branchen zunehmend miteinander vernetzt bzw. vernetzbar, sodass Nebenprodukte sowie Reststoffe in Bioraffinerien oder in Koppel- und Kaskadennutzungskonzepten möglichst hochwertig verwertet werden können. Bei der Verwertung von Agrarreststoffen in Bioraffinerien kann beispielsweise der stofflichen Nutzung eine energetische Nutzung nachgeordnet sein. Ebenso wichtig sind systemische Betrachtungen, etwa um Nutzungskonkurrenzen landwirtschaftlicher Flächen zu vermeiden.



„Der schonende Umgang mit den weltweit verfügbaren Ressourcen ist eine zentrale Herausforderung für Wirtschaft, Politik, Gesellschaft und Wissenschaft. Es muss gelingen, eine Balance zu erreichen zwischen der Nutzung knapper Ressourcen und der Notwendigkeit, das Wirtschaftswachstum auf Schwellen- und Entwicklungsländer auszudehnen. Eine Forschungsagenda in diesem Bereich muss unterstützen, die großen Innovationspotenziale innerhalb der Wirtschaft für eine Green Economy zu heben. Multinationale Unternehmen wiederum sorgen dafür, dass ressourcenschonende Innovationen weltweite Anwendung finden.“

**Dr. Wolfgang Große Entrup, Vorsitzender des Vorstands econsense – Forum Nachhaltige Entwicklung der Deutschen Wirtschaft e. V.**





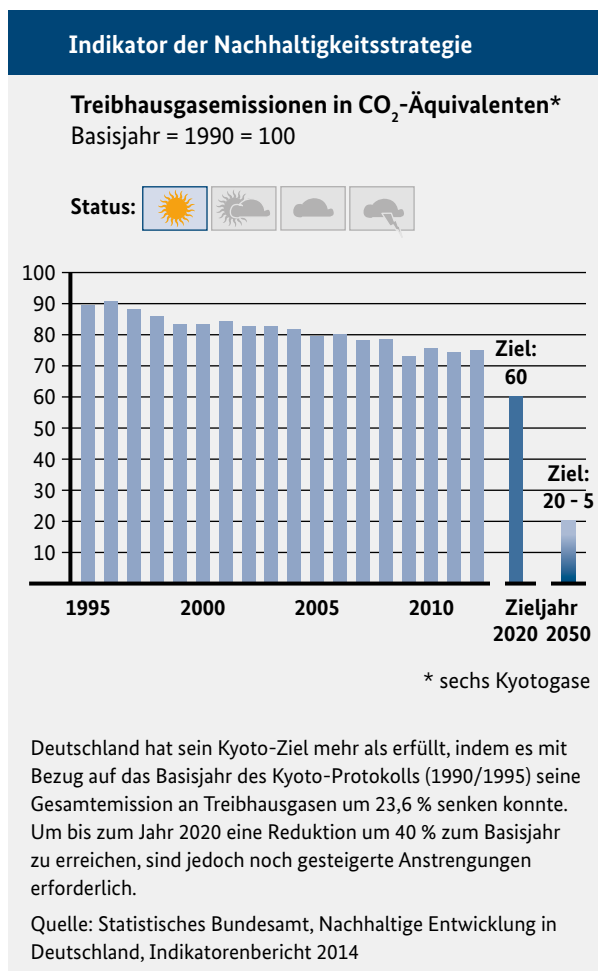
Im „Wegweiser Bioökonomie – Forschung für biobasiertes und nachhaltiges Wirtschaftswachstum“ [5] wird die Forschungsagenda des BMBF zur Bioökonomie für die kommenden Jahre dargelegt. Unter dem Dach der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“ werden übergreifende Förderschwerpunkte geschaffen, die Anreize für ganzheitliche Forschungsansätze geben, den Transformationsprozess hin zu einer biobasierten Wirtschaftsweise befördern und neue Freiräume für Innovationen entwickeln.

Einen Schwerpunkt stellt dabei die Entwicklung von Agrarsystemen der Zukunft dar. Die Bewahrung von Umweltressourcen und nachwachsenden Rohstoffen, deren nachhaltige Verwendung sowie eine langfris-



Die Zukunft der Bioökonomie beginnt in Mitteldeutschland – im Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP werden im Pilotmaßstab Basischemikalien aus Reststoffen der Holzwirtschaft gewonnen

tige Sicherstellung der Ressourcenverfügbarkeit sind zentrale Aufgaben der Bioökonomie. Um eine Intensivierung der Agrarproduktion nachhaltig zu gestalten, sind systemische Ansätze erforderlich, die fortschrittliche Technologien nutzen und die spezifischen Standortanforderungen einbeziehen. Neue agrarische Produktions- und Nutzungsmöglichkeiten ergeben sich aus der systemischen Betrachtung der landwirtschaftlichen Produktion sowie aller vor- und nachgelagerten Bereiche. Im Sinne der Systemorientierung sind relevante Aspekte angrenzender Wissenschafts- und Wirtschaftsbereiche in umfassende Agrarsysteme ebenso einzubeziehen wie Stoffströme sowie Umwelt- und Standortfaktoren. Ziel ist es, die Nachhaltigkeit, Widerstandsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit innovativer neuartiger landwirtschaftlicher Systeme entlang zunehmend vernetzter Wertschöpfungsketten zu steigern, die Innovationskraft der deutschen Agrarforschung zu stärken und die Entwicklung entsprechender Schlüsselinnovationen zu fördern. Um dies zu erreichen, liegt ein weiterer ergänzender Schwerpunkt in der Schaffung von Freiräumen für Innovationen. Klima- und Ressourcenschonung sowie die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft sind in hohem Maße abhängig von der Entwicklung und industriellen Anwendung innovativer Technologien. Neue innovative Produkte und Systemlösungen mit hohem Wertschöpf-



fungspotenzial sollen möglichst schnell und effizient auf die Märkte kommen. Um diese kritische Stelle im Innovationsprozess besser zu überwinden, gilt es, Innovationshürden zu verringern und das Innovationsmanagement zu unterstützen. Daher sollen Freiräume für neuartige Kooperationen, Netzwerke und Plattformen geschaffen werden, in denen sich Innovationsprozesse verdichten und dadurch beschleunigen lassen. Ziel ist es, relevante Forschungsaktivitäten rechtzeitig auf die für eine industrielle Produktion notwendigen Anforderungen auszurichten und privatwirtschaftliche Investitionen in bioökonomische Forschung zu erhöhen.

**Forschung zu CO<sub>2</sub> als neuer Kohlenstoffquelle**

Der Abbau der CO<sub>2</sub>-Emissionen stellt die Politik, Gesellschaft, und Wirtschaft vor enorme Herausforderungen. Ein Problem ist neben der technischen Machbarkeit insbesondere die Wirtschaftlichkeit. Die Vermei-

dung (Mitigation) von CO<sub>2</sub> ist vor allem aufgrund der günstigen Emissionszertifikate vergleichsweise teuer, während die Verwendung von CO<sub>2</sub> als Rohstoff bislang noch keine wirtschaftliche Nutzungsalternative darstellt. Mit der Anwendung in industriellen Fertigungsprozessen kann sich dieser Zustand aber schlagartig ändern. Durch quellennahe CO<sub>2</sub>-Abtrennung, etwa aus der Zement-, Stahl- und chemischen Industrie, Biogasanlagen, Müllverbrennungs- und Kohlekraftwerken, und anschließender stofflicher Nutzung, einschließlich chemischer Energiespeicherung (Power to Gas, Power to Liquids, Power to Products), soll die Atmosphäre von zusätzlichen Treibhausgasen entlastet und der anthropogene Kohlenstoffkreislauf geschlossen bzw. verkleinert werden. So scheint es heute möglich, große Mengen von CO<sub>2</sub> z. B. aus Hüttengasen abzuführen, und als neuen Wertstoff für die chemische Industrie oder zur Erzeugung von Synthesegas nutzbar zu machen. CO<sub>2</sub> würde auf diese Weise eine deutliche Inwertsetzung erfahren und zur Diversifizierung der Rohstoffquellen für Chemie, Treibstoffe und Energie beitragen. Forschungsbedarf besteht vor allem bei der Entwicklung von Technologien für eine effiziente Bereitstellung von CO<sub>2</sub> und auch Wasserstoff, der für die Herstellung von Methangas aus CO<sub>2</sub> benötigt wird, das dann wiederum in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden kann. Für eine wirtschaftliche Nutzbarkeit ist eine Effizienzsteigerung gegenüber dem Stand der Technik erforderlich. Ebenso wichtig für die Umsetzung sind Lösungen für eine intelligente Verknüpfung der Teilprozesse sowie die Realisierung von großtechnischen Anlagen.

Mit der Fördermaßnahme „Chemische Prozesse und stoffliche Nutzung von CO<sub>2</sub>“ (Laufzeit von 2009-2016, ca. 100 Mio. EUR Fördermittel, zusätzlich rund 50 Mio. EUR Mittel aus der Industrie) werden die stoffliche Nutzung von CO<sub>2</sub>, die chemische Energiespeicherung und die Energieeffizienz energieintensiver Prozesse adressiert. Eine erste Bilanz der Ergebnisse zeigt sehr vielversprechende Potenziale im Bereich der Energieeffizienz, der Reduktion von Treibhausgasen und der Rohstoffbereitstellung aus nicht fossilen Quellen („weg vom Öl“). Künftige prioritäre Forschungsthemen im Bereich der stofflichen Nutzung von CO<sub>2</sub> sind die Erhöhung der Rohstoffproduktivität und Erweiterung der Rohstoffbasis durch direkten und indirekten Einbau von CO<sub>2</sub> in die Wertschöpfungskette und die Einkopplung regenerativer Energie zur direkten Nutzung von



„Der Prozess einer ‚Green Economy‘ ist in Deutschland längst in Gang und umfasst die gesamte industrielle Wertschöpfungskette. Das Handlungsfeld Produktion und Ressourcen muss daher breit angelegt sein und darf nicht zwischen ‚guten‘ und ‚schlechten‘ Industriebranchen unterscheiden. Vor allem kommt es darauf an, durch gezielte öffentliche Forschung die wichtigste Quelle für den effizienten Einsatz von Ressourcen, die Innovationskraft der Industrieunternehmen in Deutschland, zu stärken. Dies kommt dann mit Blick auf ihre Exportstärke auch weltweit dem Schutz von Ressourcen zugute.“

**Holger Lösch, Mitglied der Hauptgeschäftsführung des BDI**

CO<sub>2</sub> in der Produktion chemischer Substanzen. Die drei großen gesellschaftlichen Herausforderungen Ressourceneffizienz, Klimawandel und Energiewende werden erstmalig in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit bei der Suche nach innovativen Lösungen zusammen adressiert. Eine intelligente Vernetzung von CO<sub>2</sub>-Stoffströmen durch branchenübergreifende Verbundprojekte und eine Lebenszyklusbetrachtung/Ökobilanzierung sind wichtige übergreifende Themen. Besonders im Bereich der chemischen Energiespeicher sind viele Projekte bereits sehr weit fortgeschritten, bis hin zur Demonstrationsphase.

#### **Forschung für die Kreislaufwirtschaft (inkl. Abfallvermeidung und Wiederverwendung)**

Die Schließung von Stoffkreisläufen ist ein wichtiger Baustein der Green Economy. Für verschiedene Produkte und Rohstoffe bestehen unterschiedliche Herausforderungen, die zum einen technologische Innovationen erfordern, etwa zum Tracing und Tracking von Rohstoffen oder zur Vorseparation bzw. Vorkonzentrierung bestimmter Stoffe in komplex aufgebauten Produkten. Zum anderen bildet häufig das Fehlen eines praktikablen Sammel- und Rückführungssystems für genutzte Produkte das entscheidende Hemmnis für die Kreislaufschließung. Auch beim Produktdesign gilt es, die Reparaturfähigkeit und Wiederverwendbarkeit von Produkten stärker zu berücksichtigen. Zu einer besseren Recyclingfähigkeit kann auch ein modularer Produktaufbau beitragen.

Beispielsweise zielt die Fördermaßnahme „r4 – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Forschung zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe“ auf die Erhöhung des Angebotes unverzichtbarer Roh-

stoffe für die Hightech-Industrie, z. B. Seltene Erden, Elektronikmetalle oder Stahlveredler. Diese werden oft in geringen Konzentrationen in Stoffgemischen und dissipativ verwendet und haben deshalb aktuell Recyclingraten von meist unter 1 %. Hierfür werden im Rahmen von r4 innovative Ansätze und Technologien entwickelt zur Kreislaufführung von Altprodukten sowie zur Mobilisierung von Aufbereitungs- und Produktionsrückständen. Innovative Recyclingtechnologien sind regelmäßig eingebettet in innovative Logistiklösungen und neue Geschäftsmodelle, um die wirtschaftliche Rückführung von Wertstoffen im Kreislauf zu sichern.

Forschung zur Schließung von Kreisläufen ist neben den wirtschaftsstrategischen Rohstoffen besonders wichtig in rohstoffintensiven Industrien, bei denen sehr große Rohstoffmengen eingesetzt werden, sodass Effizienzsteigerungen eine große Hebelwirkung zur Steigerung der Rohstoff- und Energieproduktivität haben. Die industrielle Umsetzung dieser riesigen Potenziale wird durch die Fördermaßnahme „r+Impuls“ des BMBF unterstützt.

#### **Forschung für effiziente Technologien und Prozesse**

80 Prozent der Produktkosten werden im Produktentstehungsprozess festgelegt. In heutigen Fertigungsprozessen werden Energie- und Materialverluste oft als notwendige Übel einer qualitativ hochwertigen Produktion in Kauf genommen. Dabei sind insbesondere Prozesse, die mit Wärmebehandlung oder mit hohen Materialverlusten einhergehen, zu überdenken. Das Produktionsumfeld inklusive Güterverkehr ist mit einem Anteil von über 40 % am Gesamtenergieverbrauch einer der bedeutendsten Energiekonsu-

menten in Deutschland. Durch die Entwicklung und Umsetzung innovativer Effizienztechnologien kann die deutsche Wirtschaft ihre Rohstoff- und Energieproduktivität verbessern und die Umwelt entlasten. Die daraus resultierenden Kosten- und Wettbewerbsvorteile stärken die deutschen Unternehmen im internationalen Vergleich und sind Grundlage eines nachhaltigen Wirtschaftswachstums. Potenzial zur Einsparung von Energie und Rohstoffen besteht an allen Gliedern der Wertschöpfungsketten und -netze. Die Ansätze reichen von der Optimierung der industriellen Prozessführung, etwa durch den Einsatz innovativer dynamischer Mess-, Steuer-, Regeltechnik oder durch Technologien zur Dosierung von Material- und Fluideinsatz, bis zu Innovationen in der Logistik, beispielsweise durch neue Technologien zur intelligenten Lagerhaltung und Zulieferung. Auch die immer realitätsnähere Prozesssimulation kann zur Effizienzsteigerung beitragen.

Interessant ist zudem die Frage, welche Effekte sich durch die Entwicklungen im Kontext des Innovationstrends „Industrie 4.0“ für die Green Economy ergeben. Wird durch die damit verbundene intelligente Vernetzung von Produktionseinheiten und den Einsatz neuartiger Cyber-physikalischer Produktionssysteme die Produktion insgesamt ressourceneffizienter und umweltschonender?

Für eine ressourceneffiziente Produktion ist die gesamtheitliche Erfassung aller Quellen und Senken notwendig. Vielen Ressourcenverschwendungen kann



Im Verbundprojekt „Celitement“ wird ein umweltfreundlicher Zement entwickelt, mit dem sich die Ressourceneffizienz bei der Zementherstellung erhöhen lässt

zum heutigen Zeitpunkt allein deshalb nicht begegnet werden, weil sie nicht lokalisierbar sind oder nicht gemessen werden (können). Es ist daher notwendig, Werkzeuge und Methoden zu entwickeln, die den Energie- und Material-Bedarf bei der Fabrik- und Anlagenplanung möglichst vollständig erfassen und damit eine Bewertung, Planung und Optimierung des Verbrauchs sowohl in der Investitions- als auch in der Betriebsphase ermöglichen. Im Programm „Innovatio-



„In vielen deutschen Branchen entstehen weit über 50 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen bereits in der vorgelagerten Wertschöpfung, noch bevor die eigenen Aktivitäten wie Verarbeitung oder Logistik einsetzen. Allerdings setzt sich bislang nur eine kleine Anzahl deutscher Unternehmen systematisch mit dem Klimaschutz in der Wertschöpfungskette auseinander. Es besteht offensichtlich ein großer Bedarf an Kenntnissen und robusten Methoden für eine kooperative und umfassende CO<sub>2</sub>-Vermeidung.“

Es liegt demnach großer Forschungsbedarf in der Frage, mit welchen Methoden und Instrumenten deutsche Unternehmen dies gemeinsam mit ihren internationalen Partnern in den Wertschöpfungsketten umsetzen können, und ob Mechanismen denkbar sind, diese CO<sub>2</sub>-Vermeidungen auf nationale Minderungsvorgaben anzurechnen.“

**Max Schön, Vorstand Stiftung 2 Grad**



nen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ werden entsprechende FuE-Vorhaben gefördert, um ressourceneffizient zu produzieren, innovative Wertschöpfungs-systeme zu entwickeln und so Wachstum und Beschäftigung nachhaltig zu sichern.

Entscheidend für die gesamtwirtschaftliche Wirkung neuer effizienter Technologien ist ihre Dissemination. Effizienztechnologien entfalten nur dann eine signifikante Wirkung, wenn sie in der Breite eingesetzt werden. Es ist daher ein besonderes Augenmerk darauf

zu richten, praktikable, bedarfsgerechte Lösungen zu entwickeln und die Anwender bis in die Phase der Umsetzung hinein zu unterstützen.

Bei der Übertragung neuer Technologien stellt auch die Beteiligung der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer eine wichtige Ressource dar. Immer mehr Unternehmen erkennen, dass die Beschäftigten als „Problemlöser und Ideengeber vor Ort“, aber auch die Betriebsräte als „Kommunikationsmanagement im Unternehmen“ am besten wissen, wo und wie Ener-

#### **Pilotmaßnahme „r+Impuls“**

Um die Ressourceneffizienzpotenziale zu heben, muss die Übertragung vielversprechender FuE-Ergebnisse in die industrielle Praxis verbessert werden, sodass sie rasch in Innovationen umgesetzt werden können. An Bedeutung gewinnen daher die enge Verzahnung von Forschung und Entwicklung mit der späteren Anwendung sowie die Erprobung in Prototyp-, Pilot- und Demonstrationsanlagen als Voraussetzung für eine Markteinführung neuer Technologien. Eine Übertragung von Ergebnissen aus dem Labor- in den Industriemaßstab ist ohne begleitende Forschung und Entwicklung zur Maßstabsvergrößerung oftmals nicht möglich und darüber hinaus – obwohl mit Umweltvorteilen und gleichzeitigen Gewinnerwartungen verbunden – mit hohen finanziellen und technischen Risiken verbunden, die einzelne Unternehmen nicht allein tragen können.

Mit der Fördermaßnahme „r+Impuls – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Impulse für industrielle Ressourceneffizienz“ im Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA)“ verfolgt das BMBF das Ziel, durch gezielte F&E-Impulse bestehende Hemmnisse bei der Entwicklung und Verbreitung von industriellen Effizienztechnologien zu überwinden und damit einen Beitrag zur Umgestaltung der Wirtschaft zu einer „Green Economy“ zu leisten.

#### **Beispiel: Green Carbody Technologies (InnoCaT) – Innovations for Green Car Production**

In der vom BMBF beauftragten Untersuchung „Energieeffizienz in der Produktion – Untersuchung zum Handlungs- und Forschungsbedarf“ wurde festgestellt, dass bei hochwertigen Investitionsgütern das Energie-Einsparpotenzial etwa 30 % bzw. ca. 210 Petajoule pro Jahr beträgt, was etwa der Hälfte des Stromverbrauchs der privaten Haushalte in Deutschland oder vier Kraftwerken mit je 1,4 GW Leistung entspricht. In einem systemischen Ansatz wurde in der vom BMBF geförderten Innovationsallianz Green Carbody Technologies (InnoCaT) über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg in den technologischen Teilbereichen „Werkzeugbau“, „Presswerk“, „Karosserie“ und „Lackiererei“ sowie in den übergeordneten Bereichen „Planung“ und „Produktionssteuerung“ untersucht, wo sich jeweils bei der Karosserieherstellung wieviel Energie einsparen lässt. Im Bereich der Fräsbearbeitung konnten beispielsweise durch neue Strategien und Methoden die Genauigkeit und Produktivität von Prozessen so erhöht werden, dass Zeit- und Energiereduktionen von 50 % erzielt wurden.

Das BMBF fördert daher die Entwicklung intelligenter Prozessüberwachungs- und Regelungsstrategien sowie energie- und rohstoffeffiziente Fertigungstechnologien und Produktionssysteme, um eine quasi energieautarke und emissionsfreie Produktion zu erreichen. Diese erhöhen die Prozessstabilität und reduzieren den Ausschuss und die Nacharbeit. Damit wird der Wirkungsgrad der Produktion verbessert und es entstehen „grüne Fabriken“.

gie und andere Ressourcen effektiver und effizienter eingesetzt werden können. Ihre Beteiligung an betrieblichen Innovationsprozessen stärkt daher nicht nur die Akzeptanz, sondern trägt auch dazu bei, bestehende Potenziale für Energie- und Ressourceneffizienz zu heben. Bestehende Strukturen wie Ideenmanagement, Gruppenarbeit und Betriebliches Vorschlagswesen können für Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz gut genutzt werden. An dieser Stelle wird besonders deutlich, wie eng technische und soziale Innovationen im Transformationsprozess zu einer nachhaltigen Wirtschaft verzahnt sein müssen.

#### **Urbane Produktion**

Neue Produktionsverfahren, die heute schon annähernd ohne Emissionen produzieren, ermöglichen eine Produktion auch in Ballungsräumen. Oftmals weite Wege zwischen Produktionsort und Wohngebiet können so deutlich verkürzt werden. Dadurch werden neue Produktionsstrukturen, neue Abläufe und ein flexibler Personaleinsatz im produzierenden Gewerbe möglich.

Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Urbanisierung werden Konzepte für die lokale, urbane Produktion, gegebenenfalls auch im Kontext von „Megastädten“, entwickelt und umgesetzt. Alle technischen Rahmenbedingungen bezüglich Lärm, Abgas, Abfall, CO<sub>2</sub>-Emission und Wasser/Abwasser müssen ebenso gründlich geplant werden wie die architektonische Einbindung in das direkt benachbarte Wohnumfeld. Produktionstätigkeiten dürfen keine größeren Belastungen für das Umfeld bringen als modernes Wohnen. Innovative Produktionstechnologien können es ermöglichen, auch die großvolumige Produktion wieder verstärkt im städtischen Umfeld zu verankern.

#### **Innovative Systemlösungen für die Wasserwirtschaft – Blue Innovations for a Green Economy**

Die jährliche Steigerung des weltweiten Pro-Kopf-Wasserconsums beträgt 2,5 % und ist damit doppelt so hoch wie die Bevölkerungswachstumsrate. Derzeit haben ca. 900 Millionen Menschen keinen Zugang zu sauberem Wasser und ca. 2,5 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sanitärer Grundversorgung. Weltweit sterben etwa 5 Millionen Menschen pro Jahr an wasserursachten Krankheiten, davon sind 2 Millionen Kinder unter 5 Jahren.

Das BMBF verfolgt daher einerseits einen Auftrag der gesellschaftlichen Vorsorge und Verantwortung zur Bewahrung der Lebensgrundlagen. Andererseits hat es die Aufgabe, die deutsche Wirtschaft dabei zu unterstützen, sich auf wandelnde internationale Märkte und Wettbewerbsbedingungen einzustellen.

Aufgrund der zu erwartenden drastischen Verknappung der Wasservorräte bedarf es gerade im Bereich der gesamten Wasserwirtschaft innovativer Systemlösungen (Blue Innovations). Es ist erforderlich, effiziente und neuartige Verfahren zu entwickeln und deren Vorteile und Praxistauglichkeit beispielhaft an nationalen wie auch internationalen Demonstrationsstandorten aufzuzeigen. Die gerechte Verteilung unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten zum Ausgleich konkurrierender Bedürfnisse erfordert ein effektives Wasserbedarfsmanagement.

Die Erschließung alternativer Wasserressourcen ist ein wichtiger Ansatzpunkt und stellt eine große Herausforderung dar, um die Trinkwasserversorgung, Brauchwasserbereitstellung und auch die Ökosysteme nachhaltig zu sichern. Wasserwiederverwendung kann einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit leisten. Diese Fragenstellungen werden in einer neuen BMBF-Förderbekanntmachung zur „Wasserwiederverwendung und Entsalzung – WavE“ aufgegriffen (Veröffentlichung 4. Quartal 2014). Ziel ist es, in Verbundforschungsvorhaben mit Teilnehmern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis innovative Technologien, Verfahrenskonzepte und Managementstrategien für eine ressourcen- und energieeffiziente Wasserwiederverwendung und Entsalzung zu entwickeln. Hohe Potenziale werden gleichermaßen bei kommunalen Abwässern als auch bei industriellen Wasserströmen gesehen. Neben den technologischen Lösungen und einem intelligenten Management der Stoffströme werden auch Maßnahmen zum Capacity Development benötigt.

#### **Nahrung und Rohstoffe aus dem Meer**

Bei der Entwicklung zukunftsfähiger Methoden und Technologien für eine ökologisch verantwortungsvolle und nachhaltige Erschließung mariner Ressourcen gibt es erheblichen Forschungsbedarf. Zur Umsetzung dieser Ziele engagiert sich das BMBF ressortübergreifend mit dem Fachprogramm MARE:N (Küsten-, Meeres-

und Polarforschung für Nachhaltigkeit) auf nationaler und internationaler Ebene.

Die wirtschaftliche Nutzung mariner mineralischer Rohstoffe rückt angesichts steigender Rohstoffpreise und globaler Verknappungsszenarien bei bestimmten Rohstoffen immer mehr in den Fokus und könnte mittelfristig eine größere Bedeutung erlangen, etwa für den Ausbau des erneuerbaren Energiesektors. Entsprechend ist im „Nationalen Masterplan Maritime Technologien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Entwicklung von Technologien verankert, welche es erlauben, Erze in Form von Manganknollen, Kobaltkrusten und Massivsulfiden in bis zu 5.000 m in der Tiefsee abzubauen [6].

Auch wenn für Rohstoffe im Meer ein enormes Potenzial gesehen wird, etwa im jüngst veröffentlichten „World Ocean Review III – Rohstoffe aus dem Meer“ dargestellt, so gibt es bisher weltweit noch keinen kommerziellen Tiefseebergbau von Metallen. Allerdings stehen schon eine Vielzahl von Staaten, darunter Deutschland, und private Firmen in den Startlöchern und haben Anspruchsgebiete erworben, um dort Vorerkundungen für eine mittelfristige, wenn auch kostenintensive Gewinnung von Ressourcen vorzunehmen.

Im Rahmen von Pilotvorhaben begleitet das BMBF Sondierungen für einen eher mittelfristig orientierten Tiefseebergbau und fokussiert dabei die Berücksichtigung von Umweltaspekten. Grundsätzlich ist allen Akteuren bewusst, dass ein Abbau immer mit Risiken und Umweltbelastungen verbunden sein wird, die es zu minimieren gilt.

### Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen

Der Schutz und Erhalt der Biodiversität gehört zu den zentralen Zielen einer nachhaltigen Entwicklung. Dabei ist auch zu beachten, dass die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und der Wohlstand eines Landes ganz wesentlich vom Zustand seines „Naturkapitals“ abhängen. Biodiversität und intakte (funktionierende) Ökosysteme bilden z. B. die Grundlage für pflanzliche und tierische Rohstoffe, die Nahrungsmittelproduktion, Wasserverfügbarkeit, aber auch Gesundheit und Tourismus. Der Rückgang oder Verlust der biologischen Vielfalt und der ökosystemaren Dienstleistungen birgt grundlegende Risiken für den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen und Volkswirtschaften und damit für die Lebensqualität.

Die Service-Leistungen der Natur (mit Ausnahme der erzeugten Produkte, z. B. Holz, Nahrungsmittel) sind bisher weitgehend frei verfügbar und ohne abgrenzbare Eigentumsrechte. Sie sind zudem nicht in das

### Beispiel: Europäische Pilotmaßnahme zur Ökologischen Begleitforschung zum Tiefseebergbau

Um den beim Abbau von Manganknollen zu erwartenden erheblichen Eingriff in den Lebensraum Meer zu detaillieren, hat das BMBF im Rahmen einer europäischen „Joint Program Initiative Ocean“ die multidisziplinäre Pilot-Aktion EcoMining – Ecological Aspects of Deep Sea Mining initiiert, in der unter deutscher Federführung im Jahr 2015 drei Ausfahrten mit dem neuen Forschungsschiff SONNE in den äquatorialen Ostpazifik erfolgen werden. Teilnehmerinnen und Teilnehmer von ca. 30 europäischen Forschungseinrichtungen aus 11 Nationen werden in der sogenannten Clarion-Clipperton-Zone, dem mit ca. 9 Millionen qkm weltweit größten Areal mit Manganknollenvorkommen, Untersuchungen zur Biodiversität an bisher ungestörten Meeresbodenarealen verschiedener nationaler Anspruchsgebiete durchführen und einen Vergleich ziehen mit der im Peru-Becken gelegenen DISCOL Experimental Area (DEA), einem ca. 10 qkm großen Manganknollen-Areal, in dem der Meeresboden im Jahre 1989 im Rahmen des „Disturbance and Recolonization Experiment“ durch den Einsatz von tiefgeschleppten Pfluggerätschaften künstlich gestört wurde. Resultate zum Ausmaß der benthischen Wiederbesiedlung von durch Bergbauaktivitäten in erheblichem Maße gestörten Ökosystemen werden auch der Internationalen Meeresbodenbehörde (ISA, International Seabed Authority, Jamaica) zur Verfügung gestellt. Sie bilden die Grundlage für die weitere Ausarbeitung des „Mining Code“, welcher den Abbau von Rohstoffen in der Tiefsee international regelt und letztendlich für die Vergabe von Schürfrechten durch die ISA bindend ist.



„Von der Forschungsagenda Green Economy soll eine Hebelwirkung auf die Transformation zu einer Green Economy ausgehen. Entscheidend bleibt der Ausstieg aus nicht-nachhaltigen Produktions- und Konsummustern. Um das zu erreichen, muss die Bundesregierung die gesamte Hightech-Strategie konsequent und stärker an den Erfordernissen der Nachhaltigkeit orientieren. Dies auch vor dem Hintergrund, dass die Hightech-Strategie insgesamt mit einem erheblich größeren finanziellen Potenzial ausgestattet ist als der Teilbereich Rahmenprogramm Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA).“

**Dr. Helmut Röscheisen, Generalsekretär Deutscher Naturschutzring**

wirtschaftliche Wertesystem integriert. Daher wird der Wert von Ökosystemdienstleistungen trotz rechtlicher Anforderungen zum Schutz der Natur nicht ausreichend in politischen und wirtschaftlichen Entscheidungen berücksichtigt.

Vor diesem Hintergrund besteht ein dringender Bedarf für entsprechende Bewertungskonzepte, Bewertungsmethoden und -instrumente sowie Prognose-Tools. Diese sollen eine Abschätzung der Bedeutung von Biodiversität sowie ökosystemarer Dienstleistungen ermöglichen und die Kosten beziffern, die durch den Verlust unter verschiedenen Entwicklungs-Szenarien entstehen. Ebenso gilt es, mögliche Gegenmaßnahmen zu bewerten.

Dabei geht es nicht darum, Pflanzen und Tiere mit Preisschildern zu versehen. Vielmehr soll umfassend aufgezeigt werden, wie der Nutzen von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung, aber auch im Management von Unternehmen stärker aufgegriffen werden kann. Entsprechend sollten a) Handlungsmodelle für die Optimierung eines nachhaltigen wirtschaftlichen Handelns von Unternehmen entwickelt sowie b) volkswirtschaftliche Rahmenbedingungen und Instrumente zur Erhaltung und Regenerierung von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen analysiert werden. Die Einbindung der Perspektive der Wirtschaft und auch deren Mitwirkung soll gewährleisten, dass praxisrelevante und am Bedarf ausgerichtete Konzepte und Handlungsoptionen entwickelt werden.



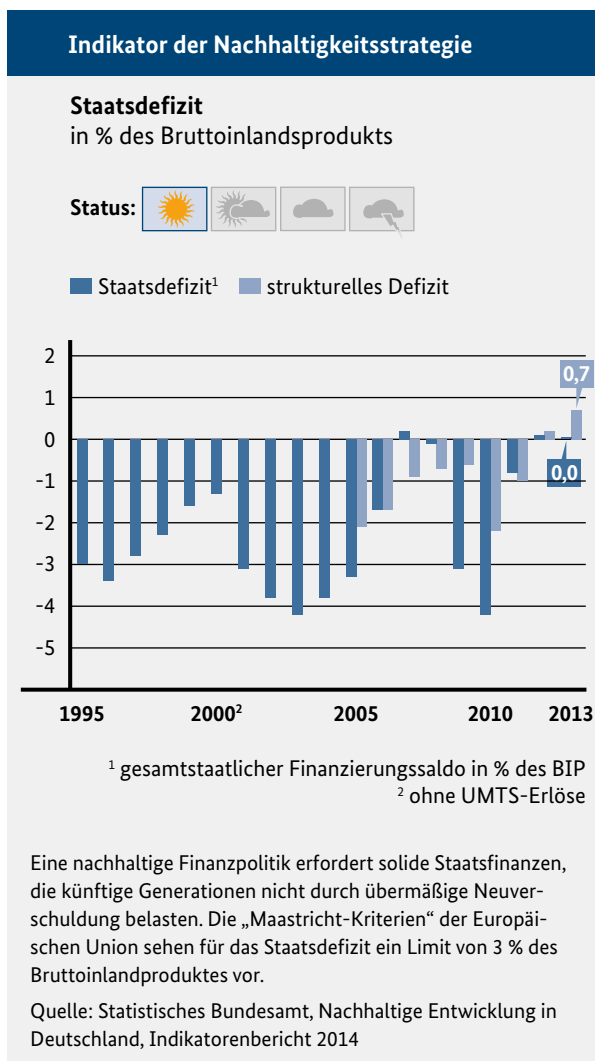
In Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren vor Ort untersucht das BMBF-geförderte LEGATO-Projekt die Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung in Reisanbausystemen in Süd-Asien durch Stärkung der Ökosystemdienstleistungen, z. B. Bodenfruchtbarkeit und Schädlingsbekämpfung, mittels biologischer Vielfalt



## 4.2 Nachhaltigkeit und Finanzdienstleistungen

### Ausgangssituation

Die Finanzierung und Versicherung von neuen Technologien und Infrastrukturen gehört zu den zentralen Säulen einer „Green Economy“. Es geht darum, langfristig gesicherte Finanzmittel für Innovationen, Unternehmen, Geschäftsmodelle, Großprojekte und Infrastrukturen im Cleantech-Bereich bereitzustellen. Zudem werden darüber hinaus auch für traditionelle Branchen durch Finanzierungs- und Investitionsentscheidungen wichtige Weichenstellungen darüber vorgenommen, wie nachhaltig sich Produktion und Konsum gestalten. Denn Finanzdienstleister wie Kreditinstitute, Investoren oder Versicherungen spielen aufgrund ihrer Funktion als Kapitalgeber oder auch Versicherer generell eine zentrale gesamtwirtschaftliche Rolle. Von großer Bedeutung sind nachhaltige Formen der Energieversorgung, der Energie- und Ressourceneffizienz, des Klimaschutzes und der Adaptation an Klimaveränderungen sowie von Investitionen und Infrastrukturen, welche die Biodiversität schützen bzw. Ökosystemdienstleistungen umweltschonend und sozial verträglich nutzen. Dabei treffen unterschiedlichste Wirtschaftsakteure, politische Mandatsträger und Interessengruppen aufeinander. Sie zeichnen sich aus durch unterschiedliche Zielsetzungen, Wertschöpfungsmodelle, Unternehmenskulturen, Zeithorizonte, Risikoprofile, Renditeerwartungen, Refinanzierungsmöglichkeiten und regulatorische Bezugssysteme. Ihre Belange sollten untereinander abgestimmt und – angesichts der Verunsicherung im Gefolge der Finanzkrise – durch einen breiteren zivilgesellschaftlichen Diskurs begleitet werden. Um innovative Lösungen zu entwickeln und gleichzeitig Informiertheit, Transparenz, und Akzeptanz zu schaffen, ist ein Dialog mit den Branchen und Akteuren der Finanzwirtschaft und insbesondere auch mit relevanten Bereichen der Realwirtschaft, mit staatlichen Entscheidern wie Kommunen und Behörden und nicht zuletzt mit zivilgesellschaftlichen „Stakeholdern“ erforderlich. Übergeordnetes Ziel ist es, Aspekte und Kriterien der Nachhaltigkeit stärker in den regulären Entscheidungen, Geschäftsprozessen und Märkten der Finanzwirtschaft zu verankern. Das BMBF kann diesen Dialog fördern und durch die Bereitstellung von Entscheidungswissen unterstützen.



### Beispiele für Förderthemen

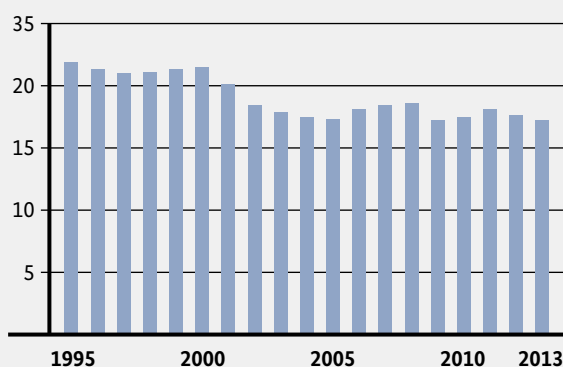
#### Von Financed Emissions zu Green Economy Indikatoren

Durch Finanzierungs- und Investitionsentscheidungen werden wichtige Weichenstellungen darüber vorgenommen, in welchem Umfang eine Dekarbonisierung in Produktion und Konsum stattfindet. Finanzdienstleister wie Kreditinstitute, Investoren oder Versicherungen spielen aufgrund ihrer volkswirtschaftlichen Funktion als Kapitalgeber oder auch Versicherer eine zentrale Rolle z. B. für eine Steigerung der Energieeffizienz oder auch den Ausbau erneuerbarer Energien. Beispielsweise lassen sich über die Modalitäten der Kreditvergabe höhere Energieeffizienzgrade gezielt

### Indikator der Nachhaltigkeitsstrategie

#### Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP in %

Status: 



Zu den Bruttoanlageinvestitionen gehören Bauten, Ausrüstungen und sonstige Anlagen. Auch Investitionen in Forschung und Entwicklung leisten einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung. Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung strebt eine Steigerung des Anteils der Bruttoanlageinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt (die Investitionsquote) an. In den letzten Jahren ist jedoch eine gegenläufige Entwicklung zu verzeichnen.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2014

finanzieren. Ferner können bei der Anlageberatung spezifische Wertpapiere mit vergleichsweise günstigem Carbon-Footprint aus Umwelt- oder Risikoerwägungen empfohlen werden.

Im Hinblick auf diese Schlüsselfunktion nehmen auch die Anforderungen an die Nachhaltigkeits-Berichterstattung von Finanzdienstleistern zu. So sieht die Klimaberichterstattung, der sich Finanzdienstleister stellen müssen, grundsätzlich eine Offenlegung der „Emissionen aus Investments“ (Financed Emissions) vor. Mittlerweile spielt dieser Aspekt etwa bei Nachhaltigkeits-Ratings, dem Reporting zum „Carbon Disclosure Project“ oder Anfragen einzelner Stakeholder-Gruppen eine Rolle.

Gleichzeitig existieren bisher in der Praxis keine ausreichend belastbaren Modelle und Instrumente, wie diese „finanzierten Treibhausgas-Emissionen“ erhoben und quantifiziert werden können, insbesondere bei Finanzierungen im Bereich kleiner und mittelständischer Unternehmen, die oft selber über keine eigenen Treibhausgasdaten verfügen. Ein effizientes Accounting und aussagekräftiges Reporting ist damit noch nicht möglich. Insgesamt bleibt damit ein wichtiger Hebel ungenutzt, makroökonomische Klimaschutzziele mit mikroökonomischen Portfolioentscheidungen in der Finanzwirtschaft wirksam zu verbinden.



„Die Finanzwirtschaft spielt eine tragende Rolle auf dem Weg zu einer nachhaltigen Ökonomie, der ‚Green Economy‘. Die Finanzinstitute – Banken, Sparkassen, Versicherungen u. a. – können ökonomische Prozesse hin zu einer nachhaltigen Entwicklung gezielt unterstützen und mitgestalten, aber auch vernachlässigen oder sogar behindern.

So können Finanzinstitute unter Nachhaltigkeitskriterien Kredite vergeben, Projekte finanzieren und Finanzprodukte strukturieren. Sie können die Nachhaltigkeit von Finanzprodukten transparent machen für private Sparer, institutionelle Anleger oder Investoren.

Der VfU als Verband von Finanzdienstleistern hat sich zum Ziel gesetzt, eine nachhaltige Wirtschaftsweise aktiv zu unterstützen, durch Methodenentwicklung und Transparenz sowie durch Vernetzung von engagierten Finanzinstituten und anderen Partnern.“

**Prof. Dr. Bernd Wagner, Vorsitzender des Vereins für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e. V. (VfU)**

Vor diesem Hintergrund sollen zunächst in einem Pilotvorhaben unter aktiver Einbindung von Banken und Versicherungen entsprechende praxisbezogene Erhebungsmodelle, -verfahren und -instrumente entwickelt werden. Dabei können auch Impulse für Anpassungen des Risikomanagements und die Entwicklung von internationalen Standards der Klimaberichterstattung gesetzt werden. Daran anknüpfend eröffnen sich Fragestellungen, wie Financed-Emissions-Daten in Verknüpfung mit anderen Kennzahlen als eine Art Green-Economy-Kennzahl genutzt werden können. Wie lassen sich Financed Emissions mit anderen Parametern zu einem Green-Economy-Proxy verdichten? Welche Information kann ein am Green-Economy-Impact orientierter Investor aus dieser Information erhalten? Wie geben Financed Emissions Auskunft, dass die Aktivität des Portfoliomanagers bestmöglich auf eine Finanzierung von 2°-kompatiblen Investitionen hinwirkt?

#### Urban Finance

Die Finanzierung nachhaltiger urbaner Infrastrukturen und Sektoren ist ein Kernproblem der Stadtentwicklung weltweit, von höchster Dringlichkeit jedoch in



Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturen in einem Ballungszentrum in Südamerika

Städten und urbanen Regionen in Entwicklungs- und Schwellenländern. Dies wird z. B. von städtischen Entscheidungsträgern, Städtevereinigungen sowie zivilgesellschaftlicher Organisationen immer wieder zum Ausdruck gebracht. Kritisch ist dies insbesondere, weil Investitionen in langlebige Bauten und Infrastrukturen

„In den nächsten 15 Jahren werden in der EU viele Billionen Euro in neue oder erneuerte Infrastruktur investiert. Wenn dieses Geld intelligent investiert wird, kann hier der Weg hin zu Klimaschutz, Energiesicherheit sowie einer innovativen Wirtschaft und zukunftsfähigen Arbeitsplätzen geebnet werden. Diese zukunftsorientierte Zusammenarbeit im Energie- und Verkehrsbereich könnte zum Kern einer erneuerten EU-Identität werden.

Das Geld kann aber auch so investiert werden, dass wir uns in der Vergangenheit einschließen, die Pfade zu Klimaschutz und Energiesicherheit verbauen.

Innovationsstarke Unternehmen schafft man nicht, indem man dauerhaft einen Schutzschirm um sie spannt. Für die notwendige Transformation bedarf es eines Zusammenspiels von kurzfristigem Schutz, öffentlich-privater Forschung und klaren Rahmensetzungen mit den notwendigen Preissignalen oder ordnungsrechtlichen Vorgaben, die ausreichende Investitionssicherheit schaffen. An privatem Geld für die notwendigen Investitionen fehlt es nicht – die Lebensversicherer und Pensionsfonds suchen händeringend nach langfristigen Investitionsmöglichkeiten in der Realwirtschaft. Aber es fehlt an der deutlichen Rahmensetzung, die Klarheit gibt, ob die Weichen Richtung Zukunft gestellt werden. Es fehlt an der kooperativen Forschung – unter Beteiligung der öffentlichen Hand, der Unternehmen.“

**Christoph Bals, Politischer Geschäftsführer, Germanwatch e. V.**



die ökologische, wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit und das grüne Wachstumspotenzial einer Stadt über viele Jahrzehnte hinweg determinieren.

Der weltweite Investitionsbedarf für urbane Infrastrukturen bis 2030 wird auf 35 bis 40 Billionen Dollar geschätzt. Bestandsaufnahmen etwa der OECD besagen, dass sich bei Fortschreibung aktueller Trends höchstens die Hälfte dieser Mittel aufbringen lässt. Damit eröffnet sich eine erhebliche und prekäre Infrastruktur-Investitions-lücke. Private Investoren können hier zum Bau neuer Infrastrukturen, aber auch zur Sanierung und Verbesserung bestehender Infrastrukturen beitragen. Die Bereitstellung „geduldigen“, über lange Zeiträume gebundenen Kapitals ist für Finanzmärkte und Investoren eine anspruchsvolle Aufgabe. Dies gilt umso mehr, wenn es sich um nachhaltige Infrastrukturen handelt, deren Rentabilität sich erst zu einem späteren Zeitpunkt und nicht nur auf monetärer Ebene erweisen muss. Zum Investitionsstau trägt weiterhin bei, dass Finanzengpässe und kommunale Verschuldung ein weltweites Problem auch in wirtschaftlich rasch wachsenden Megastädten in Schwellenländern darstellen.

Die Finanzierung urbaner Infrastrukturen ist bereits Gegenstand lebhaften internationalen Austauschs. Die Diskussion leidet aber an einer Parzellierung der Expertise zu Urbanisierungs-, Technologie- und Finanzmarktbelangen und bedarf eines vertiefenden Dialogs zwischen Städten, Wissenschaft, Finanzsektor, Industrie und Zivilgesellschaft. Erfahrungen im Zusammenhang mit Finanzierungen von Investitionen

in Infrastrukturen für erneuerbare Energie legen nahe, dass rein finanzielle Subventionierungen von Investitionsaktivitäten nicht hinreichend funktional sind.

Anknüpfend an den BMBF-Förderschwerpunkt „Future Megacities“ sowie an Dialoge mit der Finanzwirtschaft wird im nächsten Schritt eine Übersichtsstudie erstellt zu tragfähigen Finanzierungsoptionen und -modellen für städtische Sektoren und Infrastrukturen sowie zu dringendem Forschungs- und Innovationsbedarf und im Anschluss mit Stakeholdern validiert. Zu prüfen ist dabei die Möglichkeit, Deutschland zu profilieren als potenziellen Leitmarkt für Finanzierungslösungen – etwa kommunale Modelle (z. B. Stadtwerke), Kooperationen (etwa Public-private-Partnerships), Stiftungs-lösungen oder bürgernahe bzw. selbstorganisierte Zusammenschlüsse (Bürger-/Energiegenossenschaften). Auch hierfür bedarf es eines Instrumentariums, das eine Beurteilung der mittel- und langfristigen Nachhaltigkeitseffekte neuer Finanzierungslösungen in ökonomischer, ökologischer und sozialer Hinsicht ermöglicht.

#### Resilientes Finanzsystem

Wie kann verhindert werden, dass Banken unkalkulierbare Risiken eingehen oder andere Marktteilnehmer (Verbraucherinnen und Verbraucher, Kommunen, Kreditnehmende etc.) dazu veranlassen, entsprechende Risiken einzugehen? Welche Regulationen sind von staatlicher Seite nötig? Wie können Regeln international durchgesetzt werden?



„Auf der letzten Rio-Folgekonferenz hat die internationale Staatengemeinschaft deutlich unterstrichen, dass die ‚Green Economy‘ ein wichtiges Mittel zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung ist. Die Banken bekennen sich zu diesem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung. Schon heute haben viele Banken ökologische Belange aufgrund der Entwicklungen im Umwelt- und Klimaschutz in ihr operatives Geschäft integriert und die ökologischen Nachhaltigkeitsaspekte sowohl bei der Kreditvergabe als auch beim Kapitalanlagegeschäft im Blick. Mit diesem Wandel hin zur Green Economy geht auch ein wachsender Forschungsbedarf einher. Diesem Erfordernis wird mit der BMBF-Forschungsagenda Green Economy Rechnung getragen.“

**Andreas Krautscheid, Mitglied der Hauptgeschäftsführung, Bankenverband**

Ausgangspunkt der im BMBF-Rahmenprogramm „Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften“ angesiedelten Fördermaßnahme „Finanzsystem und Gesellschaft“ ist die Feststellung, dass sich Bedeutung und Funktion des Finanzsektors für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft in den Jahrzehnten vor der seit 2008 andauernden globalen Finanzkrise grundlegend verändert haben. Viele Deregulierungen, die heute als Ursache der Krise angesehen werden, dienten ursprünglich dazu, wirtschaftliche und soziale Probleme zu lösen. Mithilfe neuer Forschungsansätze sollen die Wechselwirkungen zwischen Finanzsystem und Gesellschaft in einer immer komplexeren wirtschaftlichen und sozialen Umwelt besser verstanden werden. So können Maßnahmen entwickelt werden, um künftig zu einer stabileren Entwicklung des Finanzsektors beizutragen bzw. die Anfälligkeit der Gesellschaft für Finanzsystem-induzierte Krisen zu verringern.

Diese können sich auf Regulierungsfragen und die Dienstleistungsfunktion der Finanzmärkte für die Realwirtschaft beziehen. Notwendig wäre mehr Transparenz hinsichtlich der realwirtschaftlichen Auswirkungen von Investitionen, insbesondere Informationen darüber, inwiefern soziale und ökologische Kriterien dabei berücksichtigt werden. Solche Informationen versetzen die Anlegerinnen und Anleger in die Lage, eine bewusste Entscheidung für nachhaltiges Investieren zu treffen. Auf diese Weise könnte über staatliche Regulierung hinaus mehr Stabilität in die Finanzmärkte gebracht werden, da beim nachhaltigen Investieren von einer geringeren Risikobereitschaft und gemäßigten Renditeerwartungen ausgegangen werden kann. Vor diesem Hintergrund besteht Forschungsbedarf zur Frage, inwiefern nachhaltiges Investieren zu einem resilienteren Finanzsystem beitragen kann. Darüber hinaus ist zu untersuchen, wie nachhaltiges Investieren aus der Nische (derzeit unter 2 % Marktanteil) herausgeführt werden kann und inwiefern eine deutliche Steigerung des nachhaltigen Investitionsvolumens auch zu einer nachhaltigeren Wirtschaftsweise beiträgt.

## 4.3 Nachhaltiger Konsum

### Ausgangssituation

Der nachhaltige Umgang mit Ressourcen in der Green Economy lässt sich nicht allein durch effiziente Produktionsverfahren und neue ressourceneffiziente Technologien erreichen. Auch jeder Einzelne muss sein Verhalten bezüglich der Einhaltung nachhaltiger Konsummuster prüfen und ggf. bereit sein, es zu verändern. Aufgabe der Forschung zur Förderung eines nachhaltigen Konsums ist es, Wege zu einer gesamtgesellschaftlichen Verhaltensänderung in Richtung eines nachhaltigen Lebensstils aufzuzeigen. Dabei spielt vor allem die Interaktion und Kommunikation zwischen Produzenten und Konsumenten eine zentrale Rolle. Eine weitere Zunahme von Produktlabels und Zertifikaten ist dabei wenig hilfreich, weil diese die Menschen überfordert. Forschung zu nachhaltigem Konsum umfasst insbesondere ein besseres Verständnis des Verbraucherverhaltens und neue Wege der Verbraucherkommunikation. Themen sind zudem die Erprobung neuer Geschäftsmodelle nachhaltigen Wirtschaftens und Bewertungsverfahren für die Nachhaltigkeit der

Produktion sowie von Produkten und Dienstleistungen (siehe Kasten „Nachhaltiges Wirtschaften“). Darüber hinaus wird fokussiert auf die Untersuchung von Reboundeffekten, auf regionale Konsummuster und auf Mikroplastik als ein Beispiel für konkrete Auswirkungen des Konsums.

Durch den interministeriellen Arbeitskreis „Nachhaltigkeitsindikatoren“ wurden verschiedene Vorschläge für Indikatoren zum Thema „Nachhaltiger Konsum“ geprüft. Dabei konnte ein Indikator mit belastbaren, regelmäßig erhobenen Daten für diesen Bereich nicht identifiziert werden. Daher sind Forschungsarbeiten notwendig, um einen oder mehrere geeignete Indikatoren für „nachhaltigen Konsum“ zu entwickeln.

### Beispiele für Förderthemen

#### Forschung zu Bewertungssystemen

Wann ist ein Produkt, eine Dienstleistung oder die Arbeit eines Unternehmens insgesamt nachhaltig? Um hier zu belastbaren Gesamtaussagen kommen zu

### Pilotmaßnahme „Nachhaltiges Wirtschaften“ im Rahmen der Sozial-ökologischen Forschung (SÖF)

Produktion und Konsum von Gütern und Dienstleistungen tragen einerseits zu Wohlstand und Lebensqualität bei. Sie sind andererseits eine wesentliche Ursache für die Entstehung sozial-ökologischer Problemlagen. Vor diesem Hintergrund suchen und erproben zahlreiche Unternehmen und viele Verbraucherinnen und Verbraucher erfolgreich neue Formen des nachhaltigen Produzierens und Konsumierens. Trotz der inzwischen erreichten Fortschritte und zahlreicher Beispiele für nachhaltige Unternehmensführung ist das Leitbild einer Green Economy insgesamt, besonders im globalen Maßstab, noch nicht umgesetzt. Auch nachhaltige Konsummuster haben sich noch nicht entscheidend durchgesetzt. Die Pilotmaßnahme richtet sich deshalb an Unternehmen sowie Verbraucher als Schlüsselakteure, die durch ihr Handeln eine nachhaltige Wirtschaftsweise antreiben können. Um das Ziel einer ökologisch verträglichen, sozial inklusiven und dabei wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu erreichen, sind technische Innovationen alleine nicht ausreichend. Vielmehr müssen auch gesellschaftliche Strukturen auf einen nachhaltigen Entwicklungspfad gelenkt werden. Deshalb werden mit den Projekten zum nachhaltigen Wirtschaften diverse neue Geschäftsmodelle sowie soziale Innovationen entwickelt und in der Praxis erprobt. Daneben werden verbesserte Mess- und Bewertungsmöglichkeiten entwickelt und getestet für die Fortschritte eines nachhaltigen Wirtschaftens sowohl einzelner Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette als auch für die Green Economy insgesamt. Anknüpfend an die SÖF-Fördermaßnahme „Nachhaltiger Konsum – Vom Wissen zum Handeln“ (2008-2013) soll das Verbraucherverhalten noch besser verstanden werden, um Konsumentinnen und Konsumenten gezielter über nachhaltige Produkte und Dienstleistungen informieren und zu einem nachhaltigen Konsum anregen zu können. Zudem soll untersucht werden, welche politischen Instrumente effiziente und effektive Anreize für Unternehmen wie Verbraucher setzen können, ihr Verhalten in Richtung eines nachhaltigen Wirtschaftens zu verändern. Mit der Pilotmaßnahme „Nachhaltiges Wirtschaften“ im Rahmen der sozial-ökologischen Forschung verfolgt das BMBF das Ziel, gesellschaftliche Transformationsprozesse zum nachhaltigen Wirtschaften zu begleiten bzw. zu unterstützen und damit die Vorreiterrolle Deutschlands weiter auszubauen auf dem Weg zu einer Green Economy.



können, ist eine Vielfalt von sehr heterogenen Daten zu erfassen und verfügbar zu machen. Abhängig vom betrachteten Wirtschaftssektor kann das Spektrum reichen von Herkunftsnachweisen, z. B. für Lebensmittel oder Rohstoffe mittels neuer Technologien wie Gen-tests oder Isotopenanalysen, über die Erfassung von Ressourceneinsatz und Emissionen über den gesamten Lebenszyklus bis zur Bewertung sozialer Fragestellungen, etwa von Arbeitsbedingungen entlang der globalen Wertschöpfungsketten. Es gibt bereits zahlreiche Ansätze für Lebenszyklusanalysen (LCA) und andere Methoden zur Bewertung der Nachhaltigkeit, jedoch fehlen häufig die entsprechenden Bilanzierungsdaten und erforderlichen Informationen.

Ein besonderer Schwerpunkt sollte daher auf einer vollständigeren Erfassung der relevanten Daten und Nachhaltigkeitsaspekte (im Sinne von Hotspots) für eine Produktgruppe, einen Sektor oder eine Dienstleistung liegen, um deren Nachhaltigkeit bewerten zu können. Gerade bei komplex zusammengesetzten Produkten stellt dies eine große Herausforderung dar. Wichtig ist dabei, geeignete Methoden und Best Practice-Beispiele zur Überprüfung der Einhaltung von Nachhaltigkeitsstandards zu entwickeln, insbesondere für solche Zeichen- und Zertifizierungssysteme, deren Vergabekriterien sich auf viele Stufen einer Lieferkette erstrecken. Dies könnte helfen, glaub- und vertrauenswürdige Nachhaltigkeitszeichen zu identifizieren. Die Auszeichnung und Empfehlung weniger solcher Zeichen würde den Konsumentinnen und Konsumenten eine entsprechende Entscheidung ermöglichen, ohne durch immer mehr Zertifikate und Siegel zu überfordern. Denn bereits heute existieren weltweit über 450 Ökolabels für verschiedene Produktkategorien und Märkte [7].

### Analyse von Rebound-Effekten

Es ist seit Längerem bekannt, dass Effizienzgewinne durch neue Technologien alleine nicht ausreichen, um Ressourceneffizienz zu erreichen. Durch Rebound-Effekte wird ein Teil des Effizienzgewinns durch einen Mehrverbrauch an anderer Stelle teilweise wieder aufgehoben oder sogar überkompensiert („Backfire“). Ein anschauliches Beispiel für die unterschiedlichen Mechanismen, die dabei eine Rolle spielen, findet sich im Automobilbereich. Die Entwicklung immer effizienterer Motoren in den letzten Jahrzehnten hat nur

teilweise zu einem geringeren Kraftstoffverbrauch geführt. Ein Großteil der potenziell möglichen Einsparungen wurde durch immer größere, schwerere und leistungsfähigere Fahrzeuge aufgezehrt. Entscheiden sich Konsumenten tatsächlich für besonders sparsame Fahrzeuge, etwa Drei-Liter-Autos oder Hybridfahrzeuge, haben sie die Möglichkeit, mehr mit diesen Autos zu fahren oder das durch den geringeren Verbrauch eingesparte Geld für andere Produkte oder Dienstleistungen auszugeben, die ihrerseits Ressourcen in Anspruch nehmen und die Umwelt belasten. Und weil sie mit dem Kauf der sparsamen Autos meinen, einen besonderen Beitrag zum Schutz der Umwelt geleistet zu haben, ist es möglich, dass die eigentlich umweltbewussten Verbraucher an anderer Stelle nicht mehr so auf die Einsparung von Energie- und Ressourcen achten (psychologischer Rebound-Effekt).

Obwohl der Rebound-Effekt in der Forschung seit Längerem bekannt ist, gibt es bisher nur wenige Untersuchungen dazu. Sofern überhaupt quantifizierbare Aussagen vorliegen, betreffen diese höchstens direkte Rebound-Effekte. Fest steht, dass das Zusammenspiel von Effizienzgewinnen, Preisentwicklungen und Verbraucherverhalten – und damit die Ursachen und Ausprägungen von Rebound-Effekten – sehr stark abhängen vom betrachteten Wirtschaftsbereich (Energie, Verkehr, Ernährung, Kleidung usw.). Daher sollen hier zunächst gemeinsam mit Stakeholdern Konsumbereiche identifiziert werden, in denen Rebound-Effekte besonders stark ausgeprägt sind und geeignete Gegenmaßnahmen einen entsprechend großen Beitrag zur Entwicklung der Green Economy liefern können. In sektorspezifischen Projekten lassen sich dann Instrumente zur Vermeidung von Rebound-Effekten entwickeln. Grundlagen sind die Entwicklung von Methoden zur Erhebung von Rebound-Effekten, die Analyse und Quantifizierung sowie die Motivations- und Entscheidungsforschung der Verbraucher. Eine zentrale Frage ist dabei auch, durch welche politischen Instrumente (z.B. Anreizsysteme, Standards, Steuern, Regulierungsmaßnahmen) Rahmenbedingungen geschaffen werden können, um Rebound-Effekte zu vermeiden.

### Konsum regional

Den meisten Konsumentinnen und Konsumenten sind regionale Produkte aus dem Lebensmittelbereich

bekannt. Regional deutet auf kurze Transportwege, eine intakte Umwelt und regionale Arbeitsplätze hin. Ob ein regionales Produkt auch nachhaltig ist, muss aber wie bei allen anderen Produkten durch eine Bewertung (z. B. Lebenszyklusanalyse) ermittelt werden. Unter welchen Voraussetzungen sind regionale Produkte und Warenströme nachhaltig? Wie können solche nachhaltigen Produkte und Warenströme unterstützt werden? Welche Modelle gibt es, um Konsumenten an der Entwicklung und Finanzierung dieser Innovationen zu beteiligen? Diese Fragen gilt es, im Dialog mit Akteuren „vor Ort“ in unterschiedlich strukturierten Regionen aufzugreifen. Im Rahmen einer Innovations- und Technikanalyse sollen in diesem Zusammenhang Chancen und Risiken der Entwicklung flexibler Konsum- und Eigentumsmodelle analysiert werden.

#### Ökologische Auswirkungen von Mikroplastik

Plastikmüll, der durch Wind und Strömungen weltweit verdriftet und dabei durch verschiedene Prozesse zu immer kleineren Fragmenten zerbricht, führt zu einer Anreicherung von Mikroplastik vor allem in den Meeren. Hier sind Untersuchungen zu Verbleib, Mengen und Zusammensetzungen von Mikroplastik im Meer notwendig. Forschungsbedarf besteht vor allem hinsichtlich der Auswirkungen von Mikroplastik auf Ökosysteme, Nahrungsketten und Organismen. So ist derzeit das primäre wissenschaftliche Ziel, die anthropogenen Ursachen der Verschmutzung und deren Auswirkungen auf den Meeres- und Küstenraum durch

Mikroplastik zu erfassen und zu bewerten. Auf europäischer Ebene initiiert Deutschland gemeinsam mit elf Partnerländern im Rahmen der Joint Programming Initiative „OCEANS“ (JPI OCEANS) u. a. ökologische Pilotstudien zur Methodenharmonisierung und zu ökologischen Effekten des Mikroplastiks.

Im systemischen Kontext führt das Problem von der letztlich sichtbaren Auswirkung der Meeresverschmutzung zur Quelle: dem Ziel, nachhaltige Produktions- und Konsummuster in der Kunststoffproduktion auf internationaler Ebene zu implementieren. In einem sektorübergreifenden Ansatz kann das BMBF Fragen negativer Auswirkungen von Schadstoffen für Ökosysteme, Nahrungsnetze und die Wirtschaft entlang der gesamten Wirkungskette bis hin zum Konsumenten begleiten. Die Nachhaltigkeitsforschung im Rahmenprogramm FONA bietet mittels seines partizipativen Forschungsansatzes die Möglichkeit, Forschungsfragen mit Akteuren aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft zu erarbeiten. Die Erdsystemforschung kann auf diese Weise innovatives Entscheidungswissen bereitstellen und politische Agenden für nachhaltige und ressortübergreifende Lösungsstrategien sensibilisieren: von der Quelle der Kunststoffproduktion, entlang von Nutzungs- und Konsumfragen bis hin zum marinen Verschmutzungsort der Weltmeere.



„Green Economy verheißt ein ökologisches Wirtschaften durch technische Innovation und Ressourceneffizienz. Natürlich ist es sinnvoll, Güter und Dienstleistungen umweltverträglicher zu gestalten. Aber auch die grüne Ökonomie baut auf Konsumwachstum. Und es ist fraglich, ob dieses Wachstumsziel hilft, nachhaltige Lebensstile zu prägen. Hier kommt die Verbraucherforschung ins Spiel. Sie untersucht neben ökologischen, ökonomischen und technischen Faktoren, welche die Debatte um die Green Economy prägen, auch die soziale Dimension. Wie verhalten sich die Verbraucherinnen und Verbraucher? Wie wirken sich Prozesse und Angebote der Green Economy auf Lebensstile und die Kultur des Konsumismus aus? Eine solche sozial-ökologische Forschung gibt wichtige Impulse. Sie trägt dazu bei, das Wachstum der Green Economy nicht nur anhand ökonomischer Kriterien zu definieren. Vielmehr versetzt sie Menschen auch in die Lage, nachhaltig zu konsumieren.“

**Wolfgang Schuldzinski, Vorstand Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen e. V.**



## 4.4 Nachhaltige Energieversorgung und -nutzung in der Wirtschaft

### Ausgangssituation

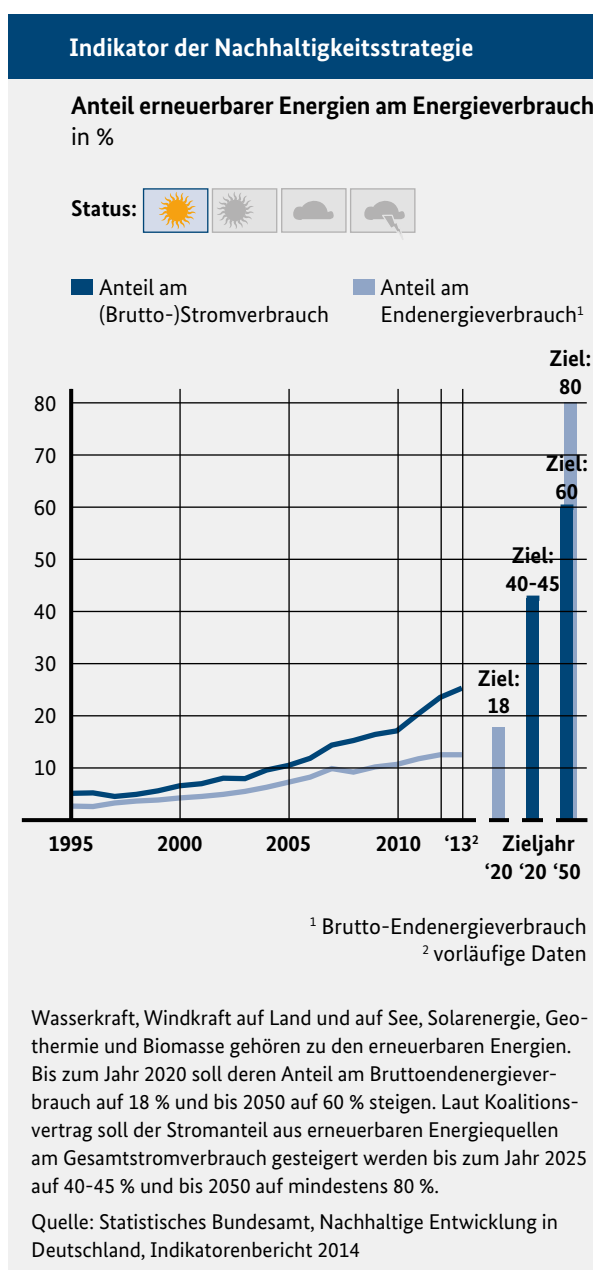
Das Energiekonzept der Bundesregierung strebt eine Minderung des Primärenergieverbrauchs um 50 % bis zum Jahr 2050 an [8]. Über 40 % des Gesamtenergieverbrauchs und rund 70 % des Stromverbrauchs entfallen heute auf den Sektor Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen und Handel. Verbesserungen in der Ressourcen- und Energieeffizienz sind Chancen für die Wirtschaft und eröffnen neue Möglichkeiten auf den Weltmärkten. Sie sind daher ein Schlüssel hin zu einer Green Economy. Zur Hebung von Effizienzpotenzialen sind Innovationen in allen Branchen und entlang der gesamten Wertschöpfungskette gefragt. Neben technologischen Innovationen besteht dabei auch Bedarf an ökonomischen und sozialökologischen Querschnittsanalysen, um vor dem Hintergrund komplexer Zusammenhänge und Pfadabhängigkeiten eine Wissensbasis zu schaffen zur Unterstützung strategischer Entscheidungen in Unternehmen und auf politischer Ebene.

### Beispiele für Förderthemen

#### Forschung für vernetzte Energieversorgungssysteme

Die Klima- und Nachhaltigkeitsziele der Bundesregierung sehen eine Steigerung der Energieeffizienz und Energieproduktivität vor. Diese umfassen eine sparsamere Nutzung von Primärenergie, etwa durch die verbesserte Verwertung von erzeugter Energie wie Strom und Wärme, und die Reduktion des individuellen Verbrauchs in den Bereichen Fertigung und Dienstleistung. Effiziente Steuerungen und verbrauchsarme Energieeinheiten gewinnen an Bedeutung. Die räumliche, zeitliche und stoffliche Vernetzung von Energieversorgungssystemen, die bislang nur unzureichend ausgeprägt ist, erscheint ein vielversprechender neuer Ansatz. Überschüssige Energie lässt sich in einem vernetzten (dezentralen) Energiesystem gezielt einer alternativen Nutzung zuführen. Auf diese Weise können langfristig teure Energiequellen substituiert werden. Zugleich sinkt die Abhängigkeit von Rohstoffen. Für eine intelligente Steuerung von Energieflüssen bedarf es einer Steuerungstechnologie, die Angebot und Nachfrage in Einklang bringt. Die Optimierung von Produktionsprozessen hinsichtlich eigener Energiequellen (z. B. KWK/KWKK-geführte oder erneuerbare-energi-

engerechte Produktion) kann einen neuen Ansatz für eine gesteigerte Energieeffizienz darstellen. Künftig sind effiziente, langlebige und flexible Energiewandler eine Option, um Speichereinheiten für Strom, Wärme und Treibstoffe zu generieren (z. B. Power-to-heat, Power-to-gas, Power-to-chemistry, flexible Brennstoffzelle). Forschung kann einen Beitrag zu einem gestei-



gerten Systemverständnis leisten und die Komplexität von vernetzten Energieversorgungssystemen handhabbar machen.

#### **Forschung für die Nutzung von Abwärme in verschiedenen Industriebranchen**

2012 entfielen knapp 75 % des Endenergieverbrauchs in der deutschen Industrie auf die Bereitstellung von Prozesswärme. Industrielle Abwärme nimmt damit in Deutschland und anderen Industrieländern einen enormen Stellenwert ein. Entsprechend groß ist der Hebel im Falle eines nachhaltigen und bedarfsgerechten Umgangs mit dieser Ressource. Einerseits können Treibhausgase reduziert werden durch die effiziente Nutzung von Abwärme (z. B. für Folgeprozesse und Kühlung) und die damit einhergehenden Ressourceneinsparungen. Dies trägt den Nachhaltigkeits- und Klimazielen der Bundesregierung Rechnung. Andererseits ergeben sich durch die Nutzung industrieller Abwärme Möglichkeiten, Anlagen wirtschaftlicher zu betreiben.

Teil eines nachhaltigen Umgangs mit industrieller Abwärme ist die verbesserte Wärmeübertragung und -speicherung und die Transformation von überschüssiger Wärmeenergie in alternative Energieträger wie Elektrizität (Verstromung). Dabei gilt es künftig, die Nutzung niedriger Wärmeenergiequellen zu erschließen, z. B. mithilfe verbesserter Wärmepumpen und Kompressoren.

#### **Forschung für Leistungselektronik als Wegbereiter der Energieeffizienz**

Leistungselektronik ist ein Schlüssel zur Energieeinsparung in fast allen Bereichen, in denen elektrische Energie gewandelt wird. In der Industrie betrifft dies insbesondere Generatoren, Transformatoren, Elektromotoren, aber auch die Einspeisung und die Verteilung von Strom in Energienetzen. Mithilfe intelligenter Schaltungen, leistungsfähiger Halbleitermaterialien und verbesserter Aufbau- und Verbindungstechnik lassen sich in der Leistungselektronik erhebliche Effizienzgewinne erzielen. Diese Themen waren bereits Inhalt mehrerer Bekanntmachungen des BMBF.

Darüber hinaus erschließen energiesparende Elektroniksysteme neue Anwendungsbereiche wie Industrie 4.0 und das Internet der Dinge, die u. a. eine intelligente Steuerung und Vernetzung von Industrieanlagen ermöglichen. Hierdurch steigen Flexibilität und Energie- und Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen.

#### **Forschung zur ökonomischen Perspektive**

Für eine nachhaltige Energieversorgung und -nutzung sind neben technischen Lösungen vor allem auch ökonomische Konzepte erforderlich, die auf Dauer wirtschaftlich tragfähig sind. Eine wesentliche Aufgabe ist hierbei die Analyse und Bewertung energie- und klimapolitischer Instrumente und Maßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität und Effizienz. Dabei sind z. B. gesamtwirtschaftliche Effekte (u. a. Wachstum, Auswirkungen auf Arbeitsplätze) sowie spezifische Wirkungen für einzelne Sektoren, Nationen oder Bevölkerungsgruppen von besonderem Interesse. Hierbei geht es sowohl um kurzfristige Effekte (z. B. Be- und



„Die Energiewende soll zum Treiber der sozialen und ökologischen Modernisierung der Gesellschaft werden und ist damit ein wichtiger Baustein der Grünen Ökonomie. Durch technologische und soziale Innovationen können wir die Umsetzung der Energiewende entscheidend vorantreiben und zugleich vielfältige Beschäftigungschancen eröffnen. Neu entstandene Arbeitsplätze müssen dem Leitbild ‚Gute Arbeit‘ entsprechen.“

**Stefan Körzell, Bundesvorstandsmitglied Deutscher Gewerkschaftsbund (DGB)**

Entlastungen) als auch um langfristige Wirkungen und Dynamiken (z. B. Innovation und Transformation, Strukturwandel). Das gesamte Energiesystem ist hierbei zu betrachten.

Bestandteile dieser Analysen sind z. B. Verhaltensweisen und Anreizstrukturen von Anbietern fossiler Energieressourcen, die Entwicklungen und Funktionsweisen fossiler Energiemärkte, die Ausgestaltung des Emissionshandels oder Wirkungen im Hinblick auf das energiepolitische Zieldreieck und klimapolitische Ziele.

Bearbeitet werden diese Fragen anknüpfend an den BMBF-Förderschwerpunkt „Ökonomie des Klimawandels“ [9], [10]. Zentral sind dessen Themenschwerpunkte „Gestaltung und Wirkungen klimapolitischer Maßnahmen und Instrumente“ und „Energieressourcen und klimafreundliche Energieversorgung“. Um den Austausch zwischen Forschung und Praxis zu unterstützen, wird als Kommunikationsplattform der „Dialog zur Klimaökonomie“ angeboten. Dieser bietet Stakeholdern aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft u. a. die Gelegenheit, die aus ihrer Sicht besonders relevanten Themen und Fragestellungen einzubringen.

#### **Pilotmaßnahme „Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems“**

Die Maßnahme im Förderschwerpunkt „Sozial-ökologische Forschung“ erweitert die technische Komponente der Energiewende um sozial-ökologische Zusammenhänge. Es geht um eine integrierte Perspektive, die technologische mit wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Fragestellungen verknüpft und die relevanten Akteure im Sinne einer transdisziplinären Forschung einbindet. Das Vorhaben trägt zur Umsetzung des Bürgerdialogs „Energietechnologien für die Zukunft“ bei. Das BMBF hatte im Jahr 2011 Bürgerinnen und Bürger eingeladen, ihre Erwartungen und Bedenken mit Fachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zu diskutieren. In der Pilotmaßnahme werden Wissen und Handlungsempfehlungen erarbeitet zur Partizipation der Bürgerschaft an Planungs- und Entscheidungsprozessen der Energiewende, zu Governance von Transformationsprozessen und zu Entwicklungsoptionen des Energiesystems. Behandelt werden u. a. Fragen zur Beteiligung am Netzausbau, zur Akzeptanz der Kosten und deren Verteilung (Gerechtigkeit) der Energiewende, zur Lösung von Konflikten bei der Planung erneuerbarer Energien, zu neuen Geschäftsmodellen für die Energieversorger, zur Rolle von Energiegenossenschaften und privater Haushalte und zur energetischen Gebäudesanierung.

## 4.5 Nachhaltige Mobilitätssysteme

### Ausgangssituation

In den vergangenen Jahren haben die Verkehrsströme in Deutschland, insbesondere beim Warenverkehr, stark zugenommen. Ein Trend, der sich nach aktuellen Prognosen auch künftig fortsetzen wird. Die Herausforderung für eine Green Economy besteht darin, dort wo es möglich ist, Verkehr zu vermeiden oder zumindest umweltverträglicher zu gestalten. Im Bereich des Güterverkehrs wird die Zunahme vor allem auf eine Verringerung der Fertigungstiefe der Unternehmen zurückgeführt. Das heißt, dass Unternehmen verstärkt Vorprodukte von Zulieferern aus dem In- und Ausland beziehen. Im innerstädtischen Warenverkehr spielt auch die Zunahme des Online-Handels eine wichtige Rolle. Beim Personenverkehr dominiert seit Jahren der motorisierte Individualverkehr mit einem Anteil von ca. 80 % das Geschehen. Dort hat der Freizeitverkehr mit ca. 35 % den größten Anteil, gefolgt vom Berufsverkehr mit ca. 20 % (Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2014; Statistisches Bundesamt 2014). Bei diesem Themenfeld soll eine sehr starke Einbindung anderer Ressorts erfolgen.

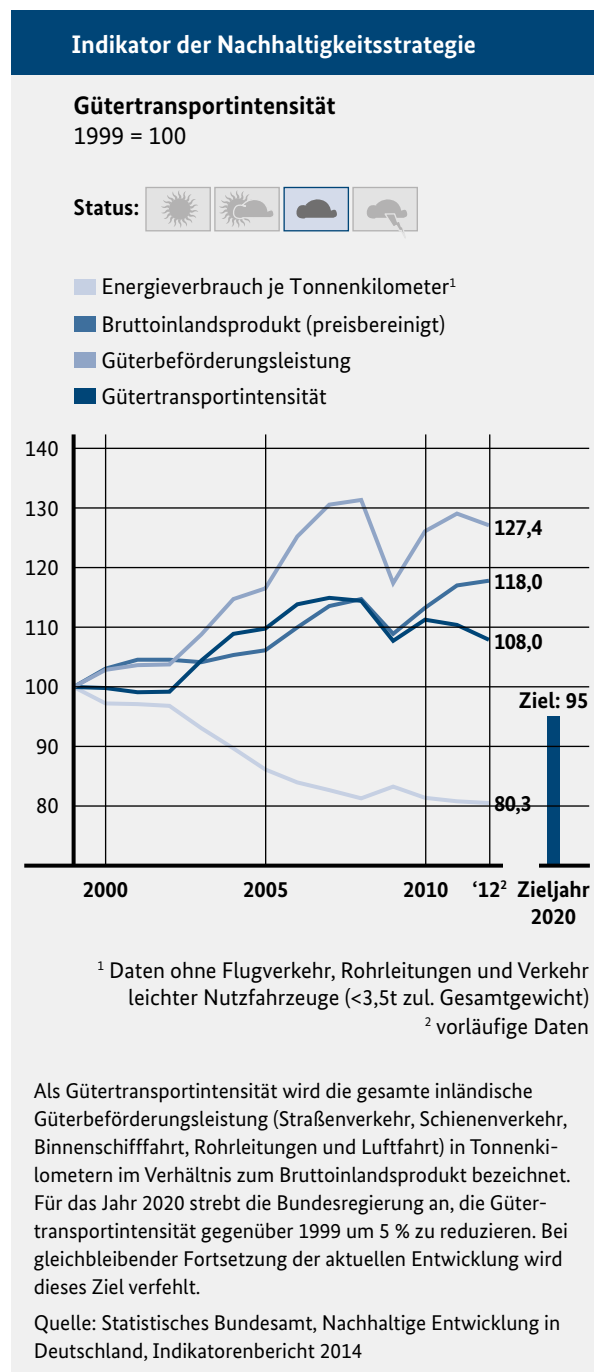
### Beispiele für Förderthemen

#### Forschung zur Auswirkung gesamtgesellschaftlicher Entwicklungen

Es gibt eine Reihe gesellschaftlicher Entwicklungen, die sich direkt oder indirekt auf das Verkehrsgeschehen auswirken werden. Dazu gehört die mehrfach beobachtete Abkehr der jüngeren Generation vom Auto, aber auch Änderungen bei den persönlichen Präferenzen zur Nutzung von Mobilität. Für eine Green Economy gilt es, Beurteilungskriterien für „gute“ Mobilität zu finden und zuverlässige Daten für die Entscheidung zur Wahl eines Mobilitätsträgers bereitzustellen. Dazu gehört auch die Analyse von Entscheidungsprozessen um die Ansatzpunkte für Veränderungen (Umbruchsituationen) zu erkennen.

#### Forschung zu effizienter Logistik und verkürzten Wertschöpfungsketten

Die Fertigungstiefe vieler Unternehmen hat in den letzten Jahren abgenommen. In der Folge werden immer mehr Vorprodukte von Zulieferern aus dem In- und Ausland bezogen, was zu komplexeren Wert-







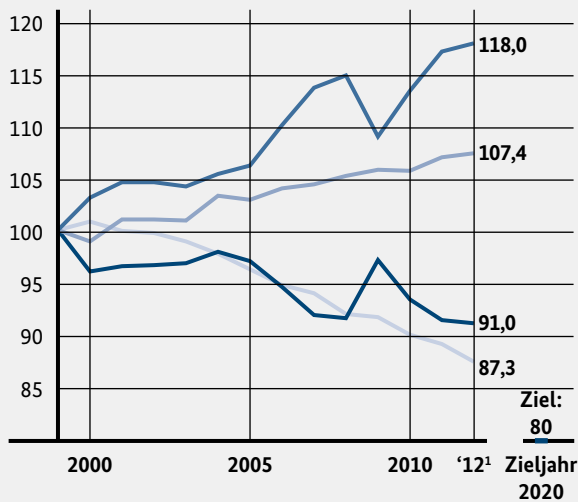
schöpfungsketten führt und das Güteraufkommen in die Höhe treibt. Es stellt sich die Frage, ob dieser Trend unumkehrbar ist, oder ob die Fertigungstiefe in den Unternehmen wieder erhöht werden kann mit entsprechenden Anreizen bzw. neuen Technologien –

### Indikator der Nachhaltigkeitsstrategie

#### Personenverkehrintensität 1999 = 100

Status: 

-  Energieverbrauch je Personenkilometer
-  Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt)
-  Personenbeförderungsleistung
-  Personenverkehrintensität



<sup>1</sup> Vorläufige Daten

Die Personenverkehrintensität gibt die Personenbeförderungsleistung in Personenkilometern im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt an. Für das Jahr 2020 strebt die Bundesregierung an, die Personenverkehrintensität um 20 % gegenüber 1999 zu reduzieren. Bei Fortsetzung der Entwicklung der letzten Jahre ist das Ziel nicht erreichbar.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2014

insbesondere vor dem Hintergrund von Entwicklungen wie Industrie 4.0 und 3-D-Druck.

#### Elektromobilität für eine nachhaltige Individualmobilität

Die zunehmende Elektrifizierung der Fahrzeugantriebe bis hin zum voll elektrischen Antrieb kann ein wichtiger Beitrag sein, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Abhängigkeit vom Öl zu reduzieren. Elektromobilität bietet die Chance, regenerative Energien für eine individuelle Mobilität zu nutzen. Wissenschaft und Unter-

nehmen sind damit beschäftigt, ein attraktives Elektrofahrzeug zu entwickeln, das einen erschwinglichen Preis, Sicherheit und Komfort und eine vernünftige Reichweite vereint. Benötigt werden vor allem bessere Energiespeicher, höhere Effizienz von Komponenten und Systemen sowie eine leistungsfähige IKT für eine Vernetzung von Fahrzeugen und automobilbasierten Verkehrsleistungen. Forschung wird hier zu innovativen, nachhaltigen Lösungen beitragen, die weniger Energie verbrauchen und entsprechende Reichweiten haben. Aber Elektromobilität erfordert auch innovative Nutzer beginnend mit der Frage, wie individuelle Mobilität gestaltet wird, welches Nutzungsverhalten an den Tag gelegt wird und zu welcher Flexibilität die Nutzer bei der Wahl der unterschiedlichen Mobilitätsoptionen bereit sind – sei es das eigene Auto, öffentliche Verkehrsmittel oder Carsharing.

#### Elektromobilität und Logistik im innerstädtischen Raum

Beim Thema Elektromobilität geht es nicht einfach darum, herkömmliche Antriebe zu ersetzen, sondern vor allem auch dort Einsatzmöglichkeiten zu prüfen, wo entscheidende Vorteile erzielt werden können. Ein Beispiel ist die Erprobung alternativer Nutzfahrzeugkonzepte in Städten und Ballungsräumen (Bericht zum Stand der Umsetzung des Aktionsplans Güterverkehr und Logistik, BMVI 2011). Die Zunahme des Online-Handels und der damit einhergehenden Retouren hat in deutschen Innenstädten zu einem deutlichen Anstieg des Warenverkehrs geführt. Elektromobilität ermöglicht es, neue Logistikkonzepte mit emissionsarmen Antrieben zu kombinieren und so die Gesamtbelastung des Güterverkehrs in Innenstädten zu reduzieren. Auch neue Leitbilder, etwa die urbane Produktion, sind auf Erforschung und Erprobung solcher Systeme angewiesen.



Elektroautos eines Carsharing-Anbieters an einer Ladestation in Berlin

## 4.6 Infrastrukturen und intelligente Versorgungssysteme für die Zukunftsstadt

### Ausgangssituation

Die Urbanisierung ist derzeit ein weltweiter Entwicklungstrend. Es muss davon ausgegangen werden, dass sich dieser Trend in Zukunft noch verstärken wird. Umso wichtiger ist es, im Sinne der Generationengerechtigkeit heute dafür Sorge zu tragen, dass auch unsere Nachkommen ein Leben in Stabilität und Wohlstand in einer intakten Umwelt führen können. Es ist essenziell, die damit verbundenen Infrastrukturen und Versorgungssysteme im Einklang mit den Zielen einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung zu gestalten. Vorrang vor Ausbauten und Kapazitätserweiterungen sollte dabei die Nutzung der bestehenden Substanz haben sowie die Erhaltung der bestehenden Umwelt- und Versorgungsqualität und die Erneuerung unter Berücksichtigung der absehbaren Zukunftsherausforderungen (Klimawandel, Energie- /Ressourceneffizienz, demografischer Wandel, Finanzsituation der Kommunen, Investitionsstau) und unter Nutzung der neuen technologischen Gestaltungs- und Steuerungsmöglichkeiten (Internet der Dinge und Dienste, Cyber-Physical-Systems, Sensorik und Aktorik, CityOS).

### Beispiele für Förderthemen

Der Forschungsbedarf, der sich hierzu aus den Zielen der Green Economy ergibt, wird in die parallel geführte ressortübergreifende Leitinitiative „Zukunftsstadt“ eingespeist.

### Forschung für intelligente Netze

Neuartige intelligente Systemlösungen – über alle Infrastrukturen hinweg – und die Identifikation und Hebung von Synergieeffekten bei der intelligenten Verknüpfung von Infrastrukturen haben das Potenzial für mehr Energie- und Ressourceneffizienz sowie für eine bessere Abstimmung von Angebot und Nachfrage im Zuge des gesellschaftlichen Wandels. Es geht darum, intelligente Netze in bestehende Strukturen zu integrieren, aber auch vorhandene Strukturen intelligent zu nutzen. Die Forschung muss Städte bei der Konzeption, Erprobung und Umsetzung intelligenter Systeme unterstützen, die in der Lage sind, flexibel auf sich schnell



ändernde Anforderungen zu regieren und eine gewisse Offenheit für technologische Weiterentwicklungen besitzen.

### Forschung für resiliente Versorgungssysteme

Städtische Raum- und Infrastrukturen müssen sich an den Klimawandel, den demografischen und ökonomischen Strukturwandel sowie veränderte Nutzungsansprüche von Bürgerschaft und Unternehmen anpassen. Es ist erforderlich, dass resiliente Versorgungssysteme Siedlung, Landschaft und Infrastruktur



gesamthaft berücksichtigen und auch gegenüber künftigen Störungen in allen drei Sektoren gleichermaßen stabil und flexibel sind. Es geht um innovative Techniken und Dienstleistungen für Anpassungsprozesse und passfähige Lösungswege für unterschiedliche Städte und Kommunen. Schlüsselsysteme und deren Gefährdungen sollten identifiziert werden, um technische und ökonomische Alternativen zu erkunden. Die Entwicklung systemischer Lösungen soll ein gezieltes Abkoppeln von Subsystemen und die Schaffung flexibler modularer und/oder dezentraler Netzstrukturen ermöglichen.

#### **Anwendungsorientierte Forschung für Systemlösungen**

Werden städtische Raum- und Infrastrukturen aus der Systemperspektive betrachtet, so werden verschiedene Abhängigkeiten zwischen Subsystemen sichtbar. So kann die Analyse der Auswirkungen von Maßnahmen in einem Sektor auf alle anderen Sektoren (sozial, ökonomisch, technisch, ökologisch) Synergieeffekte identifizieren (z. B. Arbeiten und Wohnen, ökologisch und ökonomisch effiziente IKT-Lösungen). Diese können dann in geeigneten Testräumen erprobt und erforscht werden. Dabei geht es nicht mehr nur um das Verständnis und die Beschreibung relevanter System-

modelle, sondern zunehmend um die aktive Veränderung bestehender Systeme durch Systeminnovationen in einem „System von Systemen“.

#### **Forschung zu Steuerungsinstrumenten**

Die Rollen von Politik und Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft sind einem Wandel unterworfen. An die Stelle hierarchischer Steuerung tritt immer stärker das Verständnis einer umfassenden Governance im Sinne von Netzwerkkoordination, Partizipation, Verantwortung und integrierten Konzepten neben den formellen demokratischen Prozessen. Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen von zentralisierter und dezentraler Steuerung sollten vor diesem Hintergrund untersucht werden. Weitere Aufgaben für die Forschung sind die Bereitstellung von Daten zum Klimaschutz (CO<sub>2</sub>-Emissionen je Stadt) sowie die Bewertung und Evaluation von Folgekosten, die durch Änderungen der Flächennutzung entstehen. In der Folge könnten dann ökonomische Anreizsysteme zur Steuerung von Infrastrukturinvestitionen (z. B. Zertifikate) entwickelt und bewertet werden.



„Für die Städte mit ihren vielfältigen Funktionen trägt eine ökologisch orientierte Wirtschaftspolitik nicht nur zur Verbesserung der Umweltsituation in den Städten bei. Green Economy sichert durch innovative Impulse den Wirtschaftsstandort Stadt. Der städtische Maßnahmenkatalog umfasst dabei zahlreiche Bereiche, z. B. Mobilität/Verkehr, Wasser, Entsorgung oder Energie. So sind die Städte wichtige Akteure für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende, als größter öffentlicher Auftraggeber von umweltfreundlichen Waren und Investitionen sowie als Versorger mit Strom und Wärme über kommunale Energieunternehmen. Gleichzeitig sind die Städte mit ihren Wirtschaftsfördereinrichtungen wichtiger Ansprechpartner für die Unternehmen vor Ort, insbesondere für die kleinen und mittleren Unternehmen sowie das Handwerk. Sie unterstützen diese hin zu einer zukunftsfähigen Green Economy, beraten insbesondere klein- und mittelständische Unternehmen bei der Ressourcen- und Energieeffizienz und sind Mittler für die Förderprogramme und Aktivitäten der EU, des Bundes und der Länder. Vor diesem Hintergrund unterstützen die Städte eine anwenderorientierte Forschungsagenda Green Economy, die dem nachhaltigen Wirtschaften auf kommunaler Ebene neue Impulse geben kann.“

**Dr. Ulrich Maly, Präsident des Deutschen Städtetages, Oberbürgermeister von Nürnberg**

**Beispiel: Wasserwirtschaft – Wasser in urbanen Räumen**

Viele der bestehenden Infrastrukturen der Siedlungswasserwirtschaft weisen in Deutschland bereits eine lange Nutzungsdauer auf. Somit besteht ein erheblicher Reinvestitionsbedarf in naher und mittlerer Zukunft. Dieser Investitionsbedarf wird in den nächsten Jahren alleine in Deutschland auf bis zu 8 Mrd. € pro Jahr geschätzt. Gleichzeitig gerät das über Jahrzehnte gewachsene komplexe System der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung zunehmend unter Veränderungsdruck. Die Anforderungen an Ressourceneffizienz, ökologische Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit steigen, außerdem sieht sich die Siedlungswasserwirtschaft mit den wachsenden Herausforderungen des klimatischen und demografischen Wandels konfrontiert. Die Anpassung der Siedlungswasserwirtschaft an die genannten Veränderungen verlangt nach neuen sektorübergreifenden Systemlösungen. Auch die Zusammenarbeit zwischen wachsenden Ballungsräumen und ihrem Umland wird künftig einen zentralen Aspekt regionalen Ressourcenmanagements mit entsprechendem Forschungs- und Entwicklungsbedarf darstellen.

Wissenschaftliche Studien bescheinigen dem Bereich der dezentralen/semi-dezentralen Wasserinfrastruktursysteme und der Spurenstoffelimination eine hohe Innovationsdynamik sowie ein hohes Exportpotenzial (s. Innovationsreport Wasserwirtschaft). Insbesondere sind weitergehende Konzepte für eine Anpassung an z. T. rasant ablaufende demografische Veränderungen zu entwickeln. International bieten u. a. Metropolregionen ein Forschungsfeld für die mögliche Umsetzung dezentraler bzw. semi-dezentraler Systeme. In Deutschland sind vom demografischen Wandel mittelfristig vor allem die schrumpfenden Regionen in den neuen Bundesländern betroffen, langfristig aber auch die alten Bundesländer.



## 5 Arbeit und Qualifizierung in der Green Economy

Die mit dem Wandel zur Green Economy verbundenen Strukturveränderungen haben starke qualitative und quantitative Auswirkungen auf die Arbeitswelt. Denn dass eine solche gesamtgesellschaftliche Transformation auch Veränderungen am Arbeitsmarkt hervorruft, ist evident. Es werden zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen, andere fallen weg oder werden neu gestaltet.

Seit Jahren wird EU-weit ein kontinuierlicher Zuwachs an Stellen beobachtet in Bereichen, die mehr oder weniger direkt mit umweltbezogenen Zielen einer Green Economy zusammenhängen. Dies betrifft beispielsweise die erneuerbaren Energien, die Abfall- und Wasserbewirtschaftung, die Luftqualität oder auch die Wiederherstellung und Erhaltung von Biodiversität. Auch Energieeffizienzmaßnahmen und der Aufbau einer grünen Infrastruktur wirken sich positiv auf den Arbeitsmarkt aus [11].

Der Wandel spielt sich jedoch nicht in erster Linie in den Branchen ab, die direkt mit Umweltschutz assoziiert werden. Viel mehr verändern sich die Arbeitsinhalte durch die ökologische Modernisierung von Produktion und Dienstleistungen in allen Branchen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Die mit dem Wandel zur Green Economy verknüpften Anforderungen, etwa an Energie- und Ressourceneffizienz,

betreffen somit nahezu alle Branchen, von der Rohstoffindustrie über das verarbeitende Gewerbe bis hin zur Bauwirtschaft, dem Dienstleistungssektor und der Landwirtschaft.

Bisher liegen kaum Forschungsergebnisse und konkrete Daten über die Beschäftigungswirkungen dieser Entwicklung vor. Daher ist es notwendig, Arbeitsplatzeffekte über die einzelnen Bereiche der Wertschöpfungsketten hinweg zu untersuchen und Szenarien über erwartbare Gewinne und Verluste von Arbeitsplätzen zu entwickeln. Welche Nettoeffekte der Transformationsprozess zur Green Economy mit sich bringt, ist eine bislang noch zu wenig beantwortete Frage.

Auch bei der Qualität der Arbeit bestehen Forschungsfragen: Welche Qualität haben Arbeitsstellen, die durch nachhaltige Innovationen entstehen oder verändert werden in Hinblick auf Arbeitsbedingungen? Das Verhältnis zwischen ökologischer und sozialer Entwicklung muss von der Forschung beleuchtet und in Stakeholderdialogen diskutiert werden. Es kann jedoch nicht als selbstverständlich angenommen werden, dass diese Veränderungen automatisch zu besseren Arbeitsbedingungen und „guter Arbeit“ führen. Dabei sind Aspekte der Sicherheit und Gesundheit bedeutsam, denn auch die Umstellung auf „grünere“

„Die Umstellung in Richtung Green Economy ist eine Chance und Herausforderung nicht nur für die Umweltindustrie, sondern für die Wirtschaft insgesamt. Es wäre völlig falsch, in ‚green‘ und ‚nicht green‘ Jobs, also in gut und schlecht, zu unterteilen. Um das hohe Beschäftigungspotenzial einer Green Economy voll auszuschöpfen, bedarf es eines umfassenden Ansatzes, mit dem die ökologische Modernisierung aller Branchen entlang der gesamten Wertschöpfungskette gefördert wird. Erforderlich sind hierfür eine verlässliche Energiepolitik mit global wettbewerbsfähigen Energiepreisen, berechenbare, investitionsfreundliche Rahmenbedingungen sowie Innovationen im Umweltschutz und in der Energieeffizienz. Nur wenn ein solches ‚Greening of the economy‘ als Prozess für die gesamte Wirtschaft in den Mittelpunkt gerückt wird, kann die ökologische Wende zum Motor für Wachstum und Beschäftigung werden.“



**Peter Clever, Mitglied der Hauptgeschäftsführung, Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (BDA)**

Technologien, Produkte und Prozesse kann neue Risiken mit sich bringen.

Die Veränderungen der Arbeitsinhalte stellen auch neue Anforderungen an die Qualifikation der Arbeitskräfte. Hier kommt es entscheidend darauf, die Ausbildung möglichst praxisnah zu gestalten und an den Erfordernissen des Arbeitsmarktes auszurichten, um sog. „skills mismatches“ zu verhindern. Die Einführung energie- und ressourcenschonender Innovationen bedingt neue, häufig höhere Qualifikationsbedarfe. Doch welche Qualifikationen werden benötigt, um die Übergänge in eine Green Economy meistern zu können? Werden eher Spezialisierungen oder Querschnittsqualifikationen gebraucht? Verändern sich lediglich die Arbeitsfelder oder entstehen gar neue Berufe? Um die Transformation zur Green Economy durch geeignet qualifizierte Arbeitskräfte tragen zu können, ist es notwendig die Entwicklung der Qualifikationsbedarfe aller Branchen und Industriezweige besser zu prognostizieren. Ebenso ist zu klären, wie Qualifizierungsbedarfe für umweltschonende Innovationen integriert werden können in neu entstehende wie auch etablierte Curricula der Aus- und Weiterbildungsprogramme in allen betroffenen Sektoren. Das duale Ausbildungssystem und die Einbindung der Sozialpartner bilden hierfür eine gute Grundlage.

### **Innovationsfähigkeit durch arbeitsökologische Gestaltungslösungen**

Durch die Entwicklung von integrierten Gesamtlösungen für einen ökologischen Unternehmensumbau können Impulse gesetzt werden, um die Erschließung von Nachhaltigkeitspotenzialen mit einer gesteigerten Innovationsfähigkeit der Unternehmen sowie einer hohen Arbeitsqualität und Motivation der Beschäftigten zu verbinden. Dabei sind Kompetenzentwicklung und die Mobilisierung des Fach- und Erfahrungswissens für ökologische Innovationen wesentliche Voraussetzungen. Solche arbeitsökologischen Gestaltungslösungen können nur erfolgreich sein, wenn sie den Unternehmen ökonomische Vorteile bieten. Zudem brauchen einzelne Unternehmen oft Unterstützung, etwa zur Förderung ökologischer Innovations- und Beteiligungskompetenz in arbeitsökologischen Gestaltungsprozessen. Regionale Plattformen mit Akteuren aus Unternehmen, Verbänden, Politik und Verwaltung können die Innovationsfähigkeit einzelner Unternehmen durch zusätzliche Lern- und Innovationsimpulse steigern und den Einsatz innovativer Ansätze an der Nahtstelle von Arbeitsqualität und Ökologie unterstützen.

## 6 Green Economy weltweit

Wertschöpfungsketten und -netzwerke und die damit verbundenen Emissionen und Umweltbelastungen sind heute weltweit verteilt. Nachhaltiges Wirtschaften ist daher eine globale Aufgabe und es gilt, international Verantwortung zu übernehmen.

Weltweit gibt es bereits vielfältige Bestrebungen, die Entwicklung zu einer Green Economy voranzutreiben. Die damit verbundenen Aktivitäten auf internationaler Ebene wurden vor allem forciert durch den Green Economy Report [12] des Umweltprogramms der Vereinten Nationen UNEP aus dem Jahr 2011 und durch den Weltnachhaltigkeitsgipfel Rio+20 im Jahr 2012. Dort war Green Economy das zentrale Thema und wurde als Meilenstein auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung und zur Reduktion von Armut diskutiert.

Das UNEP sieht für seine Green Economy-Initiative zwei zentrale Aufgaben. Erstens werden einzelne Länder bei ihren nationalen Prozessen zur Entwicklung einer Green Economy beraten. So werden im Rahmen der „Partnership for Action on Green Economy“ (PAGE) 30 Länder bis 2020 dabei unterstützt, nationale Green Economy-Strategien zu entwickeln, um neue Arbeitsplätze zu schaffen, Umwelttechnologien zum Einsatz zu bringen und so Umweltbelastungen und Armut zu verringern [13]. Zweitens sollen Wissenschaft, NGOs, Wirtschaft und internationale Partnerorganisationen miteinander vernetzt werden, um die Entwicklung zu einer Green Economy weltweit voranzutreiben. Bei der Green Economy-Konferenz 2012 in Berlin betonte der Exekutivdirektor des UNEP Achim Steiner, dass es wichtig sei, die Green Economy in den nächsten Jahren stärker ins Zentrum der internationalen Zusammen-

arbeit zu bringen. Neben UNEP sind über 20 weitere UN-Organisationseinheiten in solche Aktivitäten involviert.

Eng verwandt mit dem Konzept der Green Economy ist die Green Growth-Initiative, die die OECD 2009 mit dem Ziel startete, „eine Strategie für ein umweltverträgliches Wachstum zu entwickeln, die wirtschaftliche, ökologische, soziale, technologische und entwicklungs-spezifische Aspekte zu einem umfassenden Rahmenkonzept vereint.“ [14] Die Strategie basiert auf einer Wirtschafts- und Umweltpolitik, die dem Wert von Naturkapital als Produktionsfaktor Rechnung trägt und die Minderung von Umweltbelastungen durch kosteneffiziente Methoden anstrebt. Dabei wird eingeräumt, dass es kein Patentrezept zur Umsetzung dieser Strategie gibt. Umweltverträgliches Wachstum wird als ein Unteraspect einer nachhaltigen Entwicklung betrachtet. Es geht dabei vor allem um eine geeignete Gestaltung der allgemeinen politischen Rahmenbedingungen sowie um marktbasierende Instrumente zur Verteuerung von Umweltbelastungen und Ressourcenverbrauch und um die Förderung von Innovationen mit Schwerpunkt Effizienztechnologien. Die laufenden Aktivitäten werden auf der „Green Growth Knowledge Platform“ (GGKP) zusammengeführt [15].

Auf europäischer Ebene werden in den kommenden Jahren im Rahmen des neuen EU-Forschungsrahmenprogramms „Horizont 2020“ Innovationen gefördert, die auf die Entwicklung zu einer Green Economy abzielen. So finden sich bei den Ausschreibungsthemen zur gesellschaftlichen Herausforderung „Klima, Umwelt, Ressourceneffizienz und Rohstoffe“ zahlreiche



„Ich hoffe, dass die Konferenz in Berlin [Green Economy Konferenz „Ein neues Wirtschaftswunder?“] weiteres Vertrauen schafft. Nicht nur in die Zukunft der Green Economy in Deutschland, sondern auch in die Rolle Deutschlands in der internationalen Gemeinschaft bei der Entwicklung dieses Konzepts.“

**Achim Steiner, Exekutivdirektor UNEP, bei der Konferenz „Green Economy – Ein neues Wirtschaftswunder?“ am 4. September 2012 in Berlin**

Anknüpfungspunkte an die Themen der Forschungsagenda Green Economy. Dies betrifft insbesondere aktuelle EU-Calls zu den Themen „Waste: A Resource to Recycle, Reuse and Recover Raw Materials“, „Water Innovation: Boosting its value for Europe“ und „Growing a Low Carbon, Resource Efficient Economy with a Sustainable Supply of Raw Materials“ [16]. Die Schwerpunkte, die mit der vorliegenden Forschungsagenda auf nationaler Ebene gesetzt werden, sollen mit den korrespondierenden Initiativen auf EU-Ebene vernetzt werden. In Vorbereitung ist beispielsweise im Rahmen der europäischen Zusammenarbeit eine „Wissens- und Innovationsgemeinschaft Rohstoffe“ (KIC) mit deutscher Beteiligung.

Internationale Kooperationen in Forschungsprojekten können ein erster Schritt sein, um auch die wirtschaftliche Zusammenarbeit mit anderen Ländern zu stärken und dabei eine umwelt- und sozialverträgliche Wirtschaftsweise zu forcieren. Eine wichtige Rolle spielen hier bi- und multilaterale Kooperationen zur Entwicklung und Umsetzung von nachhaltigen Innovationen, insbesondere mit Entwicklungs- und Schwellenländern. Damit übernimmt Deutschland international Verantwortung entlang der Wertschöpfungsketten, die zu unserem Wohlstand beitragen. Gleichzeitig werden dadurch Möglichkeiten für deutsche Akteure geschaffen, neue internationale Partner zu finden und



Semizentral-Anlage auf dem Gelände der Weltgartenbauausstellung in Qingdao, China

in neuen Märkten Fuß zu fassen. Das BMBF fördert hierzu bereits zahlreiche internationale Projekte und wird dies weiter ausbauen. So unterstützt das BMBF beispielsweise mit der Fördermaßnahme „Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelttechnologien und -dienstleistungen (CLIENT)“ seit 2010 die Entwicklung und Implementierung nachhaltiger Lösungen zum nachhaltigen Wasser- und Landmanagement, Klimaschutz und effizienter Ressourcennutzung in verschiedenen Partnerländern mit insgesamt ca. 60 Mio. EUR (geplant). Die internationalen Partnerschaften sollen im Rahmen einer neuen Fördermaßnahme CLIENT II ab 2015 strategisch weiterentwickelt werden.

#### **Beispiel CLIENT: Forschungsk Kooperation mit China: Demonstrationsanlage im Bereich der Abwasseraufbereitung.**

In Qingdao, China, wurde die weltweit erste „SEMIZENTRAL“-Anlage zur Abwasseraufbereitung errichtet: Das innovative Ver- und Entsorgungszentrum arbeitet besonders energie- und ressourceneffizient und ist auf die Bedürfnisse der schnell wachsenden urbanen Räume von Schwellenländern, insbesondere in Wassermangelregionen, ausgerichtet. Die neu errichtete Anlage ist Teil der langjährigen deutsch-chinesischen Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung und wird von China und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit jeweils rund 7 Millionen Euro gefördert.

Eine semizentrale Anlage ermöglicht die Aufarbeitung von Wasser in Städten mit 10.000 bis 100.000 Einwohnern. Dabei wird sogenanntes Grauwasser, also leicht verschmutztes Abwasser aus Duschen und Waschmaschinen, aufbereitet und zur Toilettenspülung recycelt. Dadurch kann bis zu 40 % Wasser eingespart werden. Ferner werden Bioabfälle zusammen mit dem restlichen Abwasser, dem sogenannten Schwarzwasser, behandelt, wodurch Energie in Form von Biogas gewonnen wird. Dies ermöglicht den energieautarken Betrieb der gesamten Anlage. Die Rohstoffe Phosphor und Stickstoff werden dabei ebenfalls zurückgewonnen und können zusammen mit dem hygienisierten Klärschlamm landwirtschaftlich verwertet werden. Die gesamte Anlage ist modular aufgebaut, sodass ein Mitwachsen mit der Stadtentwicklung möglich ist.

# Endnotenverzeichnis

- [1] Bundesregierung: „Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie“, URL: [www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Nachhaltigkeitsstrategie/1-die-nationale-nachhaltigkeitsstrategie/\\_node.html](http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Nachhaltigkeitsstrategie/1-die-nationale-nachhaltigkeitsstrategie/_node.html) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [2] Bundesregierung (2014): „Die neue Hightech-Strategie – Innovationen für Deutschland“, URL: [www.bmbf.de/pub\\_hts/HTS\\_Broschüre\\_Web.pdf](http://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschüre_Web.pdf) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [3] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010): „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010): „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“, URL: [www.bmbf.de/pub/biooekonomie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/biooekonomie.pdf) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [4] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2013): „Nationale Politikstrategie Bioökonomie“, URL: [www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/BioOekonomiestrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/BioOekonomiestrategie.pdf?__blob=publicationFile) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [5] BMBF (2014): „Wegweiser Bioökonomie – Forschung für biobasiertes und nachhaltiges Wirtschaftswachstum“, URL: [www.bmbf.de/pub/Wegweiser-Biooekonomie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/Wegweiser-Biooekonomie.pdf) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [6] Nationaler Masterplan Maritime Technologien, URL: [www.nmmt.de](http://www.nmmt.de) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [7] Ecolabel Index, URL: [www.ecolabelindex.com/](http://www.ecolabelindex.com/) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [8] Bundesregierung (2010): „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“
- [9] Förderschwerpunkt Ökonomie des Klimawandels, URL: [www.fona.de/de/9908](http://www.fona.de/de/9908) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [10] Dialog zur Klimaökonomie, URL: [www.fona.de/de/17141](http://www.fona.de/de/17141) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [11] Europäische Kommission (2014): „Initiative für grüne Beschäftigung: Nutzung des Potenzials der grünen Wirtschaft zur Schaffung von Arbeitsplätzen“, COM (2014), 446 final
- [12] UNEP (2011): „Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication“, URL: [www.unep.org/greeneconomy/GreenEconomyReport/tabid/29846/Default.aspx](http://www.unep.org/greeneconomy/GreenEconomyReport/tabid/29846/Default.aspx) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [13] Partnership for Action on Green Economy, URL: [www.unep.org/greeneconomy/PAGE/tabid/105854/Default.aspx](http://www.unep.org/greeneconomy/PAGE/tabid/105854/Default.aspx) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [14] OECD (2011): „Auf dem Weg zu umweltverträglichem Wachstum“, URL: [www.oecd.org/greengrowth/48634136.pdf](http://www.oecd.org/greengrowth/48634136.pdf) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [15] Green Growth Knowledge Platform, URL: [www.greengrowthknowledge.org/](http://www.greengrowthknowledge.org/) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)
- [16] Nationale Kontaktstelle Umwelt, URL: [www.nks-umwelt.de/ausschreibungen](http://www.nks-umwelt.de/ausschreibungen) (zuletzt aufgerufen am 03.11.2014)

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Bundesministerium für  
Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat für Grundsatzfragen  
Nachhaltigkeit, Klima, Energie  
53175 Bonn

### **Bestellungen**

schriftlich an:  
Publikationsversand der Bundesregierung  
Postfach 48 10 0918132 Rostock  
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de  
Internet: <http://www.bmbf.de>  
oder per  
Tel.: 030 18 272 272 1  
Fax: 030 18 10 272 272 1

### **Stand**

November 2014

### **Druck**

Bonifatius GmbH, Paderborn

### **Gestaltung**

ecosense – media & communication, Köln

### **Bildnachweis**

Titelbild: istock / ooyoo  
Vorwort: Presse- und Informationsamt der Bundes-  
regierung, Steffen Kugler  
S. 4: Photothek / FONa, S. 12: Spitzencluster BioEconomy,  
S. 15: KIT / Markus Breig, S. 19: UFZ (copyright: André  
Künzelmann 2012), S. 22: Mario Roberto Duran Ortiz,  
Creative Commons, S. 32: Avda, Creative Commons Licence,  
S. 39: Simon Gehrman, TU Darmstadt

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

