



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Öffentlichkeitsarbeit
11055 Berlin

Bestellungen

schriftlich an den Herausgeber

Postfach 30 02 35

53182 Bonn

oder per

Tel.: 01805 262 302

Fax.: 01805 262 303

(0,14 Euro/Minute aus dem deutschen Festnetz)

E-Mail: books@bmbf.bund.de

Internet: <http://www.bmbf.de>

Konzeption, Redaktion und Gestaltung

Scholz & Friends Agenda

Druckerei

Graphische Betriebe Eberl GmbH,

Immenstadt im Allgäu

Bonn, Berlin 2007

Bildnachweis

Bild Seite 21: Siemens



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz



Die Bundesregierung hat in Europa und in Deutschland klare und weit reichende Ziele für den Klimaschutz vorgegeben. Diese gilt es jetzt zu realisieren. Unsere Ziele: weniger Treibhausgasemissionen, höhere Energieeffizienz und ein größerer Anteil an erneuerbaren Energien. Wir brauchen neue Antworten, damit wirtschaftliches Wachstum und gesellschaftliche Entwicklung mit dem Schutz des Klimas Hand in Hand gehen können. Die Aufgabe der Forschung ist es, neue Lösungen zu schaffen und deren Umsetzung zu ermöglichen.

Mit der Hightech-Strategie zum Klimaschutz legt das Bundesministerium für Bildung und Forschung den Beitrag der Forschung zur Umsetzung dieser Aufgabe vor. Erstmals wird eine von den Partnern in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gemeinsam erarbeitete Hightech-Strategie zum Klimaschutz vorgelegt. Ich bedanke mich für das große Engagement, mit dem sich die zahlreichen Akteure an diesem Prozess beteiligt haben.

Diese Strategie verbindet Klimaschutz mit Innovationen, die Arbeitsplätze schaffen und Wohlstand sichern. Unter Berücksichtigung von wissenschaftlichen, technologischen, ökonomischen und finanzwirtschaftlichen Aspekten gibt sie die forschungspolitischen Leitlinien zum Klimaschutz für die kommenden Jahre vor.

Wichtige Aufgaben können wir direkt in Angriff nehmen.

So haben sich die Akteure zu einer Reihe von Innovationsallianzen und neuen Partnerschaften zusammengefunden und auf konkrete Maßnahmen verständigt, die sofort umgesetzt werden können.

Um Emissionen zu verringern spielen Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO₂, wie carbon capture and storage (CCS), eine wichtige Rolle. Die Bundesregierung wird daher gemeinsam mit Partnern aus der Energiewirtschaft die technische, ökologische und wirtschaftliche Machbarkeit der CCS-Technologien demonstrieren und zügig einen entsprechenden Rechtsrahmen ausgestalten.

Eine viel versprechende Perspektive bei den erneuerbaren Energien bieten kostengünstige, effiziente und langlebige Technologien zur Nutzung der Energiequelle Sonne. Unter dem Stichwort „Organische Photovoltaik“ erforschen daher Unternehmen mit Partnern aus der Wissenschaft in einer durch das BMBF geförderten Innovationsallianz Alternativen zur herkömmlichen Solartechnik, die ohne den aufwändig herzustellenden Rohstoff Reinst-Silizium auskommen.

Das große Potenzial der erneuerbaren Energien lässt sich allerdings erst dann effektiv nutzen, wenn auch praktische Speichermöglichkeiten und eine entsprechende Netzinfrastruktur vorhanden sind, um den erzeugten Strom aufzunehmen. Das BMBF unterstützt daher eine branchenübergreifende Innovationsallianz zur Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Batterie, in der sich Partner aus der Chemie, der Energiewirtschaft und Energieforschung sowie aus dem Automobilsektor dieser Herausforderung annehmen.

Weitere Voraussetzungen für CO₂-Reduktionen im Automobil ermöglichen zwei Innovationsallianzen zu Automobilelektronik und sicherer, intelligenter Mobilität. Dabei sollen die optimierte Abstimmung der einzelnen Fahrzeugkomponenten sowie die Kommunikation zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur maßgeblich zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs beitragen. Konventionelle Kraftstoffe sollen außerdem zunehmend durch Biokraftstoffe ersetzbar werden. Eine strategische Partnerschaft aus Fahrzeugherstellern, Biokraftstoff-Anlagenherstellern sowie Unternehmen der Mineralölwirtschaft und wissenschaftlichen Instituten will daher die Voraussetzungen für den Einstieg in die industrielle Produktion von Biokraftstoffen im großen Maßstab schaffen und den deutschen Technologievorsprung weiter ausbauen.

Somit stehen vier Innovationsallianzen unmittelbar vor der Umsetzung. Hierfür wird das BMBF insgesamt 220 Millionen Euro bereitstellen. Die Industrie hat sich verpflichtet, sich mit 1,2 Milliarden Euro an der Umsetzung dieser vorrangigen Maßnahmen zu beteiligen. Jeder Euro Fördergeld mobilisiert bei der Wirtschaft den fünf-fachen Betrag. Weitere acht Innovationsallianzen sind in Vorbereitung. Diese Maßnahmen sind entscheidende erste Schritte zu dem langfristigen Ziel, den Ausstoß von Treibhausgasen in allen Lebensbereichen so weit wie möglich zu reduzieren. Wenn wir heute die notwendigen Schritte einleiten, dann denken wir auch schon die Innovationen von morgen mit.

Visionäre Ideen für mittel- und langfristige Technologieentwicklungen sind unsere Leitlinien. Langfristig muss Energie in nahezu emissionsfreien Kraftwerken erzeugt werden; erneuerbare Energien müssen einen erheblichen Anteil an der globalen Energieversorgung decken. Deshalb investieren wir nicht nur in die Weiterentwicklung bestehender Technologien, wir fördern auch neue Ideen zur sauberen Energieerzeugung. Konkrete Planungen reichen von verbesserten solarthermischen Kraftwerken bis hin zu Hochleistungswerkstoffen für konventionelle Kraftwerke, die effiziente Verbrennungsprozesse bei sehr hohen Temperaturen ermöglichen.

Auch saubere Motoren sind wichtig. Langfristig sollen unsere Autos aber vollkommen ohne umweltschädliche Abgase auskommen. Ein Kompetenzzentrum zum Thema Wasserstoff, wie es an einigen Stellen bereits vorge-dacht wird, könnte eine solche Entwicklung maßgeblich befördern. Gleiches gilt für den Luftverkehr. Wir wollen langfristig die technologischen und infrastrukturellen Voraussetzungen für emissionsfreies Fliegen schaffen. Daher werden wir z. B. verstärkt in neue, multifunktionale Werkstoffe für den ressourceneffizienten Fahrzeuggleichbau der Zukunft investieren, denn im Sinne des Klimaschutzes ist für alle Kraftfahrzeuge ein möglichst geringes Gewicht entscheidend, ohne Abstriche bei Sicherheit und Komfort machen zu müssen.

Das Haus der Zukunft wird keine externen Energiequellen mehr benötigen. Es deckt seinen gesamten Wärme- und Strombedarf mit Sonnenlicht. Auch die Potenziale der Geothermie in Deutschland sollen dazu weitreichend

erschlossen und systematisch mit anderen Energieträgern wie z.B. Biogas verknüpft werden.

Leitbild für viele dieser Entwicklungen ist die 2000-Watt-Gesellschaft. Die Erhöhung der Effizienz an Gebäuden, Geräten und Fahrzeugen, aber auch die Entwicklung neuer Technologien soll den Energiebedarf jedes Bürgers ohne Einbußen von Komfort und Sicherheit auf ein nachhaltiges Niveau bringen.

Aber auch für andere Bereiche gilt, den Blick in die Zukunft zu lenken. Insbesondere das integrierte Management von Landschaften verspricht große Klimaschutzpotenziale. Vegetation und Böden können in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung große Mengen CO₂ speichern. Der Boden gerät dabei zunehmend in den Fokus als Ressource für den Klimaschutz und Produktionsfaktor für nachwachsende Rohstoffe. Es gibt daher Überlegungen zu einem Kompetenzzentrum Boden, um die Erforschung integrierter Nutzungssysteme zu ermöglichen.

Wir setzen beim Klimaschutz nicht nur auf den technologischen Fortschritt, sondern nehmen auch den gesellschaftlichen Wandel in den Blick. Wir alle können etwas für den Klimaschutz tun. Bürger und Konsumenten können jedoch nur dafür gewonnen werden, wenn individuelle Handlungsspielräume ausreichend berücksichtigt werden. Dafür brauchen wir neue Geschäftsmodelle, innovative Produkte und attraktive Dienstleistungen, welche die alltäglichen Lebensweisen, Gewohnheiten und Konsummuster berücksichtigen und einen bewussten Umgang mit natürlichen Ressourcen zur Selbstverständlichkeit werden lassen.

Wir bauen die Wissensbasis für Politik, Entscheider und Investoren aus. Für all diese Entwicklungen gilt: Wer die Innovationen von morgen in den Blick nimmt, darf die Weiterentwicklung der Wissensbasis nicht aus den Augen verlieren. Wir brauchen ein fundiertes Systemverständnis, um das komplexe Klimageschehen und die Interaktionen zwischen Atmosphäre, Festland und Ozeanen noch genauer beschreiben und vorhersagen zu können. Wir müssen auch die möglichen Folgen des Klimawandels besser verstehen und uns Gedanken zu Steuerungsmöglichkeiten in Politik und Wirtschaft, aber auch durch unser individuelles Handeln machen.

Deshalb werden wir uns auch dafür einsetzen, dass sich die besten Köpfe der Welt regelmäßig in Deutschland zusammenfinden. Dazu werden wir die Einrichtung eines Institute for Advanced Studies prüfen.

Uns geht es darum, im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz diese Wissensbasis zu schaffen und nutzbar zu machen. Damit sich die Leistungen in Wissenschaft und Wirtschaft wirkungsvoll ergänzen und verstärken können, wollen wir Grundlagen- und Anwendungsforschung stärker miteinander verzahnen und wir befördern neue Allianzen über traditionelle Grenzen und Zuständigkeiten hinweg. Dabei beziehen wir auch neue Akteure mit ein. Ein Beispiel dafür sind die Unternehmen der Finanzwirtschaft, die sich zum „Finanz-Forum: Klimawandel“ zusammenschließen. Um als kraftvolle Partner bei der Entwicklung und Vermarktung von Klimaschutztechnologien agieren zu können, müssen Finanzmarktakteure den Dialog über die Bereitstellung angemessener, unterstützender Rahmenbedingungen vertiefen und innovative Finanzierungsinstrumente schaffen können. Zu diesem Ziel werden wir gemeinsam eine verbesserte Markttransparenz für Investoren, Versicherer und Industrie schaffen, damit Risiken abgedeckt und neue Chancen aus dem Klimaschutz berücksichtigt werden können.

Wir wollen darüber hinaus erreichen, dass Ergebnisse aus der Klimaforschung überall dort in Entscheidungsprozesse einbezogen werden können, wo dringender Bedarf besteht. Zu diesem Zweck richtet das BMBF eine Plattform für Entscheider, z.B. für Behörden in Bund, Ländern und Kommunen, und Investoren ein. In diesem Climate Service Center wird eine neue Generation von Informations- und Beratungsangeboten auf sorgfältig durchdachte Weise die Brücke zwischen der Klimaforschung und den Nutzern von Klimadaten schlagen.

Deutschland will auch global Vorreiter sein. Deutschland hat in zunehmendem Maße die besten Voraussetzungen, um bei der Lösung der globalen Herausforderungen des Klimawandels eine wichtige Rolle zu spielen. Das bedeutet, dass wir Innovationen auch in anderen Teilen der Welt anschieben wollen und können. Als wichtige Industrienation stehen wir dabei in einer besonderen Verantwortung, vor allem die Schwellen-

und auch Entwicklungsländer aktiv in den Klimaschutz einzubeziehen. So haben wir beispielsweise vereinbart, unsere Partner in Indonesien bei der Erschließung ihrer weltweit größten unterirdischen Wärmequellen zu unterstützen. Dazu werden im Land die standortabhängigen Potenziale ermittelt und der Einsatz von Versuchsanlagen zur dezentralen Energiegewinnung ermöglicht.

Es ist an der Zeit, mehr Forschungsallianzen dieser Art mit den Ländern zu schmieden, deren künftige Entwicklung in weit höherem Maß die Zukunft der Erde bestimmen wird als unsere. Das BMBF übernimmt daher die Initiative im forschungspolitischen Dialog mit wichtigen Schwellenländern, denen derzeit die besten Chancen auf ein überdurchschnittliches Wirtschaftswachstum eingeräumt werden. Dieser Dialog ist Teil eines wechselseitigen Lernprozesses, in dem wir mit den ideenreichen Vordenkern dieser Länder auf Augenhöhe kooperieren und in dessen Vordergrund ein gemeinsames Vorgehen gegen die Erderwärmung steht.

Wir begeben uns also auf einen langen Weg, auf dem noch viele Hürden zu überwinden sind. Aber wir wissen, dass ein langer Atem in der Forschungspolitik letztlich zum Erfolg führt. Wir lassen uns leiten von einer Vision für Deutschland, in der wir die Erfordernisse des Klimaschutzes mit der Entwicklung einer freien, dynamischen und innovativen Wissensgesellschaft verbinden; einer Wissensgesellschaft, die es versteht, in zusammenhängenden Systemen zu denken und diese zum Vorteil für uns und kommende Generationen zu entwickeln.



Dr. Annette Schavan
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Inhaltsverzeichnis

1. Kräfte bündeln, Innovationen beschleunigen	2
Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz	
2. Wissen – Grundlage für Klimaschutz und Anpassung	6
3. Know-how aus Deutschland	16
Technologische Perspektiven für den Klimaschutz	
4. Wissen nutzbar machen	36
Entscheidungsgrundlagen für eine Welt im Wandel	
5. Verantwortung wahrnehmen	40
Weltweit Zukunft mitgestalten	
6. Ausblick	43

1. Kräfte bündeln, Innovationen beschleunigen

Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz



Die Aussagen der jüngsten Berichte des UN-Klimarates sind eindeutig: Klimawandel findet statt, beschleunigt sich und ist in seiner jetzigen Form mit größter Wahrscheinlichkeit weitestgehend vom Menschen verursacht. Die ersten Folgen der Erderwärmung sind schon jetzt erkennbar und erfordern entschlossenes Handeln, um negative Konsequenzen für den Menschen, die Umwelt und nachfolgende Generationen zu begrenzen.

Unter deutscher Präsidentschaft haben sich daher die Mitgliedstaaten der Europäischen Union verpflichtet, bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um mindestens

20% gegenüber dem Ausgangsniveau von 1990 zu reduzieren. Die Erhöhung der globalen Mitteltemperatur soll auf maximal zwei Grad im Vergleich zum vorindustriellen Niveau begrenzt werden. Auch die G8-Staaten konnten von der Notwendigkeit gemeinsamen Handelns überzeugt werden. Bei den internationalen Klimaverhandlungen gilt es schließlich, bis 2009 auf der Grundlage des Kyoto-Protokolls ein umfassendes Abkommen für die Zeit nach 2012 – nach Auslaufen des ersten Verpflichtungszeitraums – zu vereinbaren. Darin sollten sich Industriestaaten zu einer Minderung von 30% der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 verpflichten.

Um die ehrgeizigen Klimaschutzziele zu erreichen und gleichzeitig unseren Lebensstandard beibehalten zu können, brauchen wir eine sozial, wirtschaftlich und ökologisch ausgewogene Politik, die Anreize für ressourcenschonendes Wirtschaften bietet und strategisch in Innovationen und technologische Entwicklung von Zukunftsbranchen investiert. Nur so können wirtschaftliches Wachstum und Wohlstand mit dem Schutz des Klimas und der natürlichen Ressourcen Hand in Hand gehen.

Klimaschutz und Wachstum schaffen

Der Klimawandel birgt neben Risiken auch erhebliche Chancen. Das gilt besonders für eine Nation, deren wichtigste Rohstoffe Ideen und die Fähigkeit zu deren Umsetzung sind. Zukunftstechnologien für den Klimaschutz bieten international ein großes Marktpotenzial und schaffen Wachstum und Arbeitsplätze. Über den Kapitalmarkt wurden in den letzten Jahren mehrere Milliarden Euro in junge klimaschutzorientierte Unternehmen investiert. Wind- und Solartechnik „Made in Germany“ konnten sich so bereits heute zu Exportschlägern entwickeln. Weltweit stammt jede dritte Solarzelle sowie fast jedes zweite Windrad aus deutscher Produktion. Dieser Wachstumstrend wird sich fortsetzen. Die Branche erwartet für das Jahr 2010 erneut mehr als eine Verdopplung des Exportvolumens auf dann 15 Milliarden Euro. Wichtige Wachstumsmärkte sind neben China und Indien insbesondere die USA. Fast 23 Milliarden Euro setzt der deutsche Markt für regenerative Energieträger jährlich um. Rund eine viertel Million Menschen sind dort beschäftigt – mit steigender



Tendenz. Deutschland ist bei der Entwicklung von Clean-Coal-Kraftwerken mit entsprechender Effizienzsteigerung in vielen Bereichen weltweit führend. Technologien zur geothermischen Energieerzeugung haben ebenfalls sowohl in Deutschland als auch weltweit ein Wachstumspotenzial.

Investitionen in den Klimaschutz lohnen sich in doppelter Hinsicht. Sie tragen dazu bei, unsere Ressourcen zu schonen und unseren Lebensraum für künftige Generationen zu erhalten. Zugleich bieten Investitionen in den Klimaschutz neue Chancen für unsere Wirtschaft. In Deutschland entwickelte Technologien, Produkte und Dienstleistungen für den Klimaschutz sind bereits heute in vielen Bereichen international führend und werden entsprechend nachgefragt. Investitionen in diese Technologien sichern langfristig Arbeitsplätze und Wachstum in Deutschland. Damit wird Deutschland attraktiver für Investoren, Spitzenforscher und die eigenen Nachwuchskräfte. Nur so kann Deutschland seiner globalen Verantwortung für den Klimaschutz gerecht werden und gleichzeitig die internationale Wettbewerbsfähigkeit sichern und stärken.

Maßstäbe in Sachen Klimaschutz setzen

Die Bundesregierung wird die CO₂-Emissionen bis 2020 um mehr als 30% senken. Szenarienrechnungen im Auftrag der Bundesregierung belegen, dass bis 2020 CO₂-Minderungen um 40% grundsätzlich möglich sind. Deshalb begegnet die Bundesregierung der Herausforderung des Klimawandels mit den 29 Eckpunkten für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, die im August 2007 in Meseberg beschlossen wurden. Die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern soll auf diese Weise reduziert werden, während der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung bis 2020 auf über ein Viertel erhöht und auch danach konsequent weiter ausgebaut werden soll.

Forschung und Entwicklung nehmen in diesem Programm einen wichtigen Platz ein. Neben anderen Maßnahmen hat die Bundesregierung unter Federführung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) die Hightech-Strategie zum Klimaschutz initiiert, um Forschungs- und Innovationskräfte in Wirtschaft und Wissenschaft in Deutschland stärker zu bündeln

und zentralen Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen. Diese Strategie baut auf der übergreifenden Hightech-Strategie für Deutschland auf. Es geht darum, neue Leitmärkte zu erschließen und gute Ideen schneller zu neuen Produkten und Anwendungen werden zu lassen.

Die verschiedenen Ressorts greifen dazu im Rahmen ihrer Forschungsförderung Themen auf, die sowohl kurz- als auch längerfristig einen Beitrag zum Klimaschutz leisten und technologische Durchbrüche und damit auch Markt- und Exportchancen verheißen. Dabei bietet die Arbeitsteilung innerhalb der Bundesregierung eine zuverlässige Grundlage für ein abgestimmtes Vorgehen und eine komplementäre Förderpolitik der Ressorts, die an der Umsetzung der Hightech-Strategie zum Klimaschutz beteiligt sind. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) ist dabei innerhalb der Bundesregierung federführend in der strategischen Ausrichtung und der Koordination der Energieforschung. Darüber hinaus ist das BMWi zuständig für die projektorientierte Förderung in der rationellen Energieumwandlung und -nutzung, für die Entwicklung von Raumfahrttechnologien und für die Forschungsförderung im Bereich Verkehrstechnologien. Außerdem liefert das BMWi die deutschen Beiträge zu Programmen der Europäischen Weltraumorganisation ESA, mit denen die Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels weltweit und unabhängig von den nationalen Erhebungsmethoden erfasst werden können. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) fördert Forschungs- und Entwicklungsprojekte in den Bereichen Klimaschutz und erneuerbare Energien mit Ausnahme von Biomasse, für die das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) zuständig ist. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) gibt wesentliche Impulse für die Bauwirtschaft und die Verkehrstechnologien, unter anderem im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Das BMBF fördert die Grundlagenforschung in fast allen Bereichen, unterstützt zusammen mit dem BMWi die Entwicklung von Schlüsseltechnologien und koordiniert mit der Hightech-Strategie für Deutschland über alle Ressorts hinweg eine nationale Innovationsstrategie, die Deutschland wieder an die Spitze der wichtigsten Zukunftsmärkte führen soll.

Wir setzen die Hightech-Strategie zum Klimaschutz in die Tat um

Mit der Vorstellung der Hightech-Strategie zum Klimaschutz im Oktober 2007 beginnt auch deren Umsetzung. Die Bundesregierung setzt dabei auf die Kompetenz und Kooperationsbereitschaft von Wirtschaft und Wissenschaft. Es geht darum, Schwerpunkte in der Forschung und Entwicklung zu setzen und entscheidende Durchbrüche bei den Klima- und Energiefragen bewirken zu können. Über die Aktivitäten zur Umsetzung und Fortentwicklung der Hightech-Strategie zum Klimaschutz werden sich die Ressorts im Rahmen eines Arbeitskreises gegenseitig regelmäßig beraten.

In Zukunft stehen dazu unter anderem hochinnovative Technologien für die Entwicklung von energieeffizienten Fahrzeugen, leistungsfähigen elektrischen Energiespeichern, Hochleistungswerkstoffen für hocheffiziente und CO₂-arme Kohle- und Gaskraftwerke oder für den Leichtbau im Verkehrsbereich im Fokus. Um das große Potenzial der erneuerbaren Energien noch besser zu nutzen, müssen Technologien für praktikable Speichermöglichkeiten und eine entsprechende Netzinfrastruktur entwickelt werden, die den erzeugten Strom aufnehmen. Emissionsarme Kohle- und Gaskraftwerke können nur durch Energieeffizienzsteigerung in Verbindung mit Fortschritten in der Materialentwicklung ergriffen und sichere Speichermöglichkeiten für das abgetrennte CO₂ realisiert werden. Neue Technologiefelder wie die organische Photovoltaik und die Solarthermie zur Stromerzeugung stehen erst am Anfang ihrer Entwicklung. Die OLED-Technologie zur hocheffizienten Erzeugung von Licht beginnt sich gerade am Markt durchzusetzen. Nach Bedarf regelbare „intelligente“ Stromverbraucher in intelligenten Netzen („Smart Grids“) sind viel versprechende Zukunftstechnologien, die in den Startlöchern stehen.

Im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz haben Vertreter aus Wirtschaft und Wissenschaft Empfehlungen für gemeinsame Ziele und Fahrpläne für die wichtigsten Technologiefelder im Bereich des Klimaschutzes erarbeitet. Forschungsbedarf besteht insbesondere in den Bereichen, die auch in der übergeordneten Hightech-Strategie für Deutschland bereits als Innovationsfelder benannt wurden. In weiteren Bereichen zeigt die High-

tech-Strategie zum Klimaschutz Handlungsleitlinien und langfristige Perspektiven für Forschung und Entwicklung auf. In diesen Forschungsfeldern wird die Bundesregierung den fruchtbaren Dialogprozess zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik kontinuierlich weiterführen und damit auch dauerhaft die in Deutschland vorhandenen Potenziale zur Lösung der Klimaprobleme bündeln.

Die Kernfragen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz lauten: In welchen Technologiebereichen besteht ein besonderer Bedarf an innovativen Technologien für den Klimaschutz? Wie können wir solche Technologien schnellstmöglich entwickeln, ihnen zum Durchbruch verhelfen und hierzu auch die Dynamik der Kapitalmärkte nutzen? Wie passen wir uns den Klimaänderungen an? Welche Wissenslücken müssen wir schließen? Und nicht zuletzt: Wie können wir mit Forschung sicherstellen, dass für die Klimaschutzziele über das Jahr 2020 hinaus die erforderlichen Lösungen zur Verfügung stehen?

Das Spektrum der Themen in der Hightech-Strategie zum Klimaschutz erfasst entscheidende Branchen und Technologiefelder, von Energie, Chemie, Industrieprozessen und neuen Werkstoffen über Bauen, Wohnen, Mobilität und Verkehr bis zu Biogeosphäre, Land- und Forstwirtschaft. Wichtige Querschnittsaspekte betreffen insbesondere die Strategien der Finanzwirtschaft, um beim globalen Klimaschutz als kraftvoller Partner agieren zu können, sowie die Möglichkeiten, Wirtschaft und Wissenschaft vor allem in der Nachwuchsförderung noch besser zu verzahnen.

Darüber hinaus greift die Hightech-Strategie zum Klimaschutz auch die notwendigen grundlagenorientierten und langfristiger angelegten Forschungsprioritäten auf. Die Förderung einer vielfältigen und integrierten Forschungslandschaft zum Klimawandel ist ein fester Bestandteil dieser Forschungsstrategie, die neben der Entwicklung auch die Umsetzung und Verbreitung von Spitzentechnologien im Blick hat und dabei die Fortschritte von morgen gleich mitdenkt. Nur auf der Basis eines umfassenden Verständnisses des Klimasystems und seiner Wechselwirkungen mit anderen natürlichen oder gesellschaftlichen Systemen können wir innerhalb unseres politischen, wirtschaftlichen oder persönlichen Horizonts angemessen auf diesen grundlegenden Wandel reagieren. Auch die konsequente Weiterentwicklung der

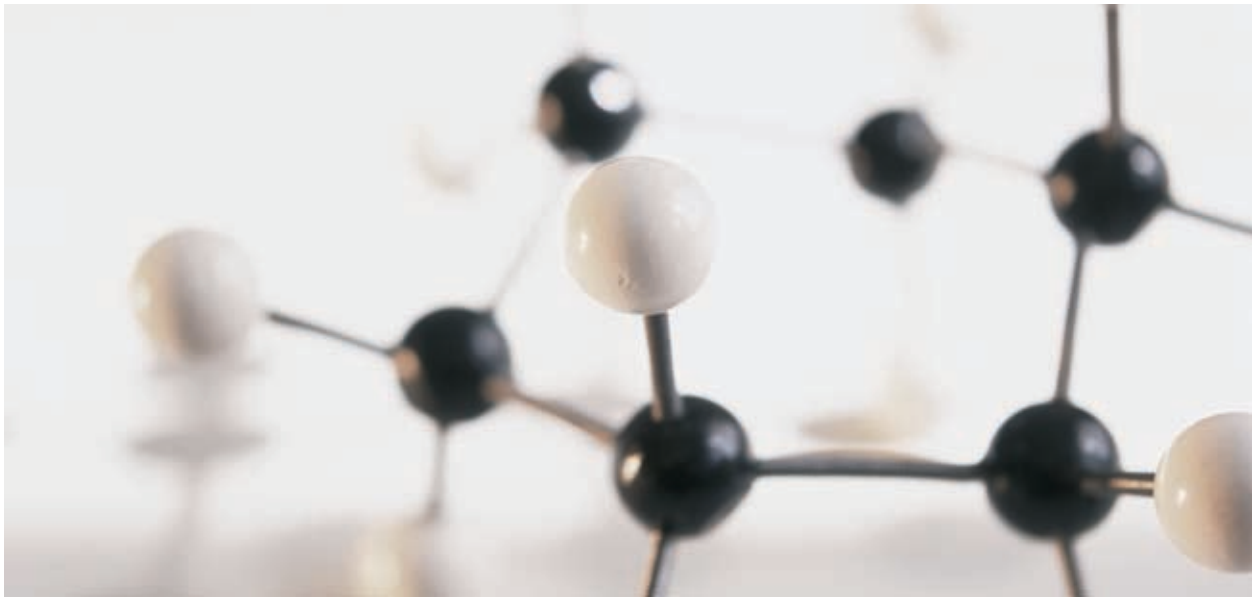
Strategische Ziele der Hightech-Strategie zum Klimaschutz

Drei strategische Ziele stehen im Mittelpunkt der Forschungsförderung im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz. Alle drei hängen eng zusammen und befördern sich gegenseitig:

- **Kräfte bündeln:** Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz bringt Forschung und Wirtschaft enger zusammen. In Innovationsallianzen und Forschungsprojekten entwickeln die Partner Lösungen für den Klimaschutz. Die Forschungsförderung in der Bundesregierung wird dabei weiter verzahnt, die Nachwuchsförderung ausgebaut.
- **Innovationen beschleunigen:** Wissen über Klimaschutz wird vernetzt und Hindernisse auf dem Weg von der Forschungsidee bis zum marktfähigen Produkt werden beseitigt. Dazu wird die gesamte Kette von der Idee bis zur Platzierung eines marktfähigen Produkts betrachtet, um die Rahmenbedingungen entsprechend anzupassen.
- **Leitmärkte gestalten:** Der Innovationsprozess wird mit klaren Prioritäten und gemeinsamen Zielvorgaben versehen. Ziel ist es, den technologischen Wandel und die Märkte für klimarelevante Produkte, Verfahren und Dienstleistungen entscheidend mit zu gestalten und zu nutzen, um so massive Senkungen von Treibhausgasemissionen zu ermöglichen.

Wissensbasis in den Klimasystemwissenschaften und der verbesserte Austausch zwischen Forschung und Anwendung sollen neue Impulse in der Kooperation zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik geben. Hier setzt die Bundesregierung im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz neue Akzente.

2. Wissen – Grundlage für Klimaschutz und Anpassung



Verlässliche Maßnahmen zum Schutz des Klimas, eine Abschätzung der Folgen des Klimawandels und nötige Konsequenzen für Minderung und Anpassung erfordern eine solide wissenschaftliche Basis und stellen damit eine zentrale Aufgabe der Forschungs- und Innovationspolitik der Bundesregierung dar.

Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz wendet sich deshalb an die Wissenschaft in Deutschland, um die Wissensbasis für eines der dringlichsten Themen des 21. Jahrhunderts zu stärken. Es geht darum, eine belastbare Grundlage für nachhaltige und detaillierte Handlungsstrategien für eine Zukunft unter veränderten klimatischen Bedingungen zu schaffen. Ein wichtiger Schritt auf diesem Weg ist eine noch stärkere Vernetzung der Akteure, die Wissen über alle relevanten Klimaaspekte schaffen. Nur durch die gemeinsamen Anstrengungen der Forschungsbereiche kann das Basiswissen verbreitert werden und als solide Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung zum Klimaschutz in Kooperation von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft dienen.

Die Forschungslandschaft stärker vernetzen

Das Potenzial Deutschlands für eine integrierte Klimaforschung ist groß: Deutschland hat schon heute eine exzellente Forschungslandschaft, die mit einer Vielzahl von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zur Weltspitze gehört. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz definiert konkrete Schritte, um diese leistungsfähige Forschungslandschaft zu einer effizient vernetzten Forschungsinfrastruktur auszubauen.

Die Bundesregierung unterstützt daher Universitäten, Forschungsinstitute und Unternehmen dabei, ihre Ressourcen zu bündeln und Forschungsarbeiten an gemeinsamen Zielen auszurichten und zu messen. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz setzt dabei auf einen kontinuierlichen Dialog mit der Wissenschaft über Forschungsfragen und -ansätze, um einen effizienten Einsatz von Fördermitteln bei hoher wissenschaftlicher Qualität zu gewährleisten. Das bedeutet zuallererst, exzellente Forschung zu fördern, die den Herausforderungen des Klimawandels und seinen Auswirkungen auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt mit handlungsorientierten Lösungsansätzen begegnet. Außerdem müssen starke interdisziplinäre Netzwerke geschaffen werden, die weitergehende Diskussionen und Entwicklungen in der inte-

grierten Klimaforschung voranbringen und international sichtbare Forschung in dynamischen und innovativen Forschungspartnerschaften verwirklichen.

Die Forschung auf Kernthemen fokussieren

Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz identifiziert übergeordnete Forschungsfelder, in denen im kommenden Jahrzehnt die wesentlichen Fortschritte für den notwendigen Klimaschutz erzielt werden können und müssen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Analyse und Bewertung von Unsicherheiten und Risiken sowie die Entwicklung konkreter Handlungsstrategien für Politik und weitere Akteure wie Verbraucher, Unternehmen oder Investoren.

Schwerpunkt 1: verlässliche mittel- und längerfristige Klimaprojektionen und Klimaprognosen

Klimasimulationen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts sind ein zentrales Element der Klimaforschung. Im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz sollen entscheidende Fortschritte in der Verbesserung dieser Klimasimulationen erzielt werden. Große Unsicherheiten bestehen dabei insbesondere hinsichtlich der Modellierung von Wolkenprozessen, Niederschlag und Strahlung.



Die Veränderung der Wolkenbedeckung bei erhöhtem Treibhausgasgehalt der Atmosphäre stellt noch immer die größte Unsicherheit in Klimamodellen dar.

Die globale Erwärmung könnte zudem in Teilbereichen des Erdsystems zum irreversiblen Überschreiten kritischer Schwellen und in dessen Folge etwa zur Entwaldung des Amazonasgebiets, zur Transformation des Monsunregimes, zum Abschmelzen von Teilen der Polargebiete oder zum Auftauen der Permafrostregionen mit großen Mengen freigesetzten Methans führen. Die Wahrscheinlichkeit solcher nichtlinearer Übergänge ist bisher noch kaum verstanden. Die Forschungsaktivitäten sind daher auch ein unerlässlicher Baustein zur integrierten Risikoabschätzung und zur Entwicklung von umfassenden, global ausgerichteten Monitoring- und Frühwarnsystemen. Die Verbindung von Modellierungen und Messungen ist unabdingbar, um hier entscheidende Fortschritte erzielen zu können. Für eine hohe Aussagekraft der Messdaten setzt die Bundesregierung daher auf eine Kombination aus der detaillierten Untersuchung der Schlüsselprozesse, wie sie beispielsweise mithilfe der neuen Forschungsflugzeuge HALO und POLAR 5 sowie der neuen Antarktisstation Neumayer III, oder dem neuen Forschungsschiff Maria S. Merian ermöglicht werden, mit einer weltweiten Routineerfassung der wesentlichen Parameter der globalen Atmosphäre und Biosphäre durch Beobachtung aus dem Weltraum. So ermöglicht das deutsch-niederländische SCIAMACHY-Instrument auf dem europäischen Umweltsatelliten ENVISAT eine Überwachung der schützenden Ozonschicht; deutsche Missionen wie der Radarsatellit TerraSAR-X, die kurz vor dem Start stehende Satellitenflotte RapidEye oder der in der fortgeschrittenen Entwicklung befindliche EnMAP-Satellit sowie neuartige Minisatellitenkonstellationen sollen weltweit den Zustand des Poleises, der großen kontinentalen Gletscher, der Wüsten, der Regenwälder und der Ozeane überwachen.

Neben den Klimasimulationen besteht auch ein großer Bedarf an Klimaprognosen für die kommenden Jahrzehnte. Konkrete Planungen oder Investitionsentscheidungen zur Anpassung an den Klimawandel oder zum Klimaschutz betreffen oftmals sogar kürzere Zeiträume. Über einen Zeitraum von wenigen Dekaden kann man natürliche und vom Menschen verursachte Klimaänderungen kaum unterscheiden. Wenn also das Klima für



zehn Jahre vorhergesagt werden soll, müssen die jetzt gerade stattfindenden Klimaschwankungen erfasst, beobachtet und ihr zukünftiger Verlauf einschließlich der Einflüsse des Menschen simuliert werden. Klimavorhersagen werden routinemäßig für saisonale Vorhersagen genutzt, längerfristige Vorhersagen gibt es bislang kaum. Es sind aber gute Voraussetzungen gegeben, in diesem Bereich einen Durchbruch zu erzielen. Daher wird im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz ein Forschungsschwerpunkt auf die dekadische Vorhersage des Klimas gelegt. Dabei geht es um eine Reihe von zentralen Forschungsfragestellungen. Sie betreffen einerseits die Messung der Stellgrößen, die für das „Gedächtnis“ des Klimasystems wichtig sind, wie z. B. Ozean, Boden, Eis und Schnee sowie den oberen Bereich der Erdatmosphäre (Stratosphäre). Andererseits sind die Vermessung, Analyse und Vorhersage des Kohlenstoff- sowie des Wasserkreislaufs entscheidende Aufgaben. Landschaft und Boden rücken hierbei verstärkt in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses. Vor allem die Speicher- und Senkenfunktion terrestrischer Systeme bezüglich klimarelevanter Gase wird bislang nicht hinreichend verstanden. Gleiches gilt für andere großskalige Systeme wie die Ozeane, deren künftige Aufnahmekapazitäten von CO₂ wissenschaftlich noch extrem unsicher sind.

Weitere Wissenslücken, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung regional basierter Klimamodelle, tun sich beim globalen Wasserkreislauf ebenso wie bei regionalen Wasserhaushalten und ihren Wechselwirkungen mit der Boden- bzw. Landnutzung auf.

Ursache dafür ist sowohl mangelndes Prozessverständnis als auch das Fehlen wichtiger Messungen. Diese sind eine unerlässliche Voraussetzung für ein globales CO₂-Management und die Überprüfung künftiger internationaler Abkommen zur CO₂-Emissionsreduzierung. Schließlich müssen die Möglichkeiten weiterentwickelt werden, die vielen verschiedenen Datenströme zusammenzuführen und möglichst realistische Ausgangsbedingungen für gekoppelte Klima- und Erdsystemmodelle zu finden. Ziel ist neben der Durchführung von experimentellen Klimavorhersagen auf globaler und regionaler Skala auch die Analyse von vergangenen dekadischen Klimaschwankungen und deren regionalen Auswirkungen zur Überprüfung der Variabilität in den Modellen und damit zur Absicherung von Vorhersagen.

Schwerpunkt 2: Wechselwirkung zwischen Biogeosphäre und Klima

Bisher ist noch wenig darüber bekannt, wie der Klimawandel tatsächlich mit der natürlichen Landschaft oder verschiedenen Formen der Flächenbewirtschaftung im Zusammenhang steht. Oft fehlen klare Vorstellungen über die Wechselbeziehungen zwischen dem feststellbaren Landschaftswandel, z. B. infolge veränderter Landnutzung, und den klimarelevanten Funktionen der Landschaft. Das liegt nicht zuletzt daran, dass das Bild unserer Landschaften von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst wird, die ökologischer, ökonomischer, technologischer oder soziokultureller Natur sein können.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass durch den Klimawandel nicht nur die Landschaft selbst, sondern auch die Ansprüche an die Landnutzung verändert werden. Das kann sich in neuen Landnutzungsformen wie Agroforstsystemen äußern, z. B. durch den Anbau spezieller Pflanzen oder Anbauverfahren zur Gewinnung von Bioenergie und nachwachsenden Rohstoffen, oder durch die regionale Verschiebung von Nutzungsarten. Welche Auswirkungen diese Änderungen unter unterschiedlichen

regionalen und naturräumlichen Gegebenheiten auf das Klima haben, ist noch offen, denn Rückkopplungseffekte zwischen Landnutzung und Klimawandel sind bisher nur in Ansätzen erforscht.

Die zu erwartenden Veränderungen der Landnutzung bergen in Deutschland aber auch erhebliche Gestaltungschancen für eine nachhaltige Landschaftsentwicklung. Hierfür müssen die verschiedenen Ansprüche an die Landbewirtschaftung jedoch noch viel stärker in einen Gesamtzusammenhang gebracht werden. Diese integrative Betrachtung wurde bisher vernachlässigt.

Die Komplexität der Thematik erfordert aus pragmatischen Gründen zunächst eine klare Fokussierung auf besonders relevante Problemstellungen. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz betont daher die Notwendigkeit, eine wissenschaftliche Grundlage für konkret anstehende Entscheidungen in Wirtschaft und Politik zu schaffen. Ein wesentlicher Teil der Forschungsanstrengungen richtet sich daher auf die Analyse der Konsequenzen einer verstärkten Produktion von nachwachsenden Rohstoffen für die Energiegewinnung. Eine zweite, eng damit zusammenhängende Forschungsrichtung betrifft die Wechselwirkungen zwischen der Biogeosphäre und den globalen Stoffströmen, z. B. von Kohlenstoff und Stickstoff. Eine dritte Forschungsrichtung muss die Integration unterschiedlicher Nutzungsinteressen, die auch immer abhängig von den jeweiligen sozialen, kulturellen und politischen Rahmenbedingungen sind, in den Mittelpunkt stellen.

Diese Forschungsrichtungen hängen eng miteinander zusammen und können nur mithilfe von integrativen Forschungsansätzen untersucht werden. Sie müssen die grundlegenden Verständnisfragen ebenso klären wie angewandte Fragestellungen. Das betrifft beispielsweise den Nettoeffekt von Änderungen unterschiedlicher Landoberflächen und Landnutzungsformen auf das Klima. Dabei spielt die Beeinflussung des Kohlenstoffkreislaufs durch die Ausweitung der Produktion von Bioenergie ebenso eine Rolle wie die Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Effekte der verstärkten Nutzung von Bioenergie. Indirekte Kosten müssen einbezogen werden, z. B. durch den Einfluss eines ausgeweiteten Anbaus biogener Rohstoffe auf die Biodiversität. Es geht aber auch um bei-

spielsweise die Konkurrenz zwischen Bioenergienutzung und der weltweiten Versorgung mit Nahrungsmitteln.

Wegen des weitgespannten Spektrums an Forschungsrichtungen muss das Forschungsprogramm Maßnahmen umfassen, die von der Modellierung des Kohlenstoffkreislaufs im großen Maßstab und anderer biogeochemischer Kreisläufe bis hin zu den regionalen Aspekten des Zusammenspiels von Entscheidungen über Energieerzeugung und Landnutzung reichen. Dafür sollen bestehende Modelle in verschiedenen räumlichen Skalen miteinander verknüpft werden. Das Ziel ist die Modellierung und Bewertung von Landnutzungskonzepten sowie, wo möglich, die Lösung von Konflikten im Hinblick auf Nahrungsmittelproduktion, Energieerzeugung, Klimapolitik und ökologische Effekte.



Schwerpunkt 3: Forschung zur Anpassung an den Klimawandel

Unabhängig von den Bemühungen zum Klimaschutz und deren Auswirkungen ist es parallel notwendig, sich auf möglicherweise eintretende Veränderungen einzustellen und angemessene Anpassungsstrategien zu entwickeln. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz fördert deshalb auch die Forschung zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Extreme weltweite Wetter- und Klimaereignisse wie Starkniederschläge, Stürme, Sturmfluten, Hitzewellen oder Dürren zeigen den Handlungsbedarf auf. Brennpunkte entstehen dabei vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern wegen deren geringer wirtschaftlicher und sozialer Widerstandskraft.

Vor diesem Hintergrund haben auf EU- sowie nationaler Ebene bereits Prozesse zur Erarbeitung von Anpassungsstrategien begonnen. Die Europäische Kommission hat am 29. Juni 2007 ein Grünbuch verabschiedet, mit dem die Basis für einen Konsultationsprozess mit den Mitgliedstaaten und den wesentlichen Stakeholder-Gruppen auf EU-Ebene geschaffen wird.

Das Grünbuch der Kommission verdeutlicht, dass die Kommission in weiten Teilen noch am Anfang des Entstehungsprozesses einer solchen Strategie steht. Insofern enthält es noch keine detaillierten Aussagen zu konkreten Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Inhaltliches Ziel ist daher, die regionalen Auswirkungen der Klimaänderung zu identifizieren, Wissensdefizite zu erkennen und technische Lösungen für Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln. Deshalb sind die Mitgliedstaaten aufgefordert, Informationen und Erfahrungen im Hinblick auf Programme und Aktivitäten sowie Erkenntnisse zu klimarelevanten regionalen Risiken und extremen Ereignissen, zu Anpassungsprogrammen und -maßnahmen sowie zu wissenschaftlichen Methoden zusammenzutragen.

In diesem Rahmen hat die Bundesregierung unter Federführung des BMU begonnen, eine deutsche Anpassungsstrategie zu erarbeiten, die den Rahmen für die schrittweise Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen abstecken soll. Sowohl international wie national ist eine Unterstützung der Entwicklung von Anpassungsstrategien durch

die Forschung unverzichtbar. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz fördert deshalb gezielt die Forschung zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

Anpassung bedeutet im Wesentlichen das Management der Klimafolgen für Mensch und Umwelt, für Wohlstand und Lebensqualität, für wirtschaftliche und soziale Entwicklung. Ein solches Management setzt ein besseres Verständnis und eine Bewertung der Risiken ebenso voraus, wie eine Definition der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Potenziale und Bedingungen für die Anpassung. Heute ist beispielsweise noch ungeklärt, unter welchen Umständen es durch die globale Erwärmung wirklich mehr und stärkere extreme Wetterereignisse geben wird. Ebenso ist unklar, ob künftige Extremereignisse dieselben Regionen betreffen werden wie heute. Ob wir Wettbewerbsfähigkeit, Wohlstand und Lebensqualität wie gewohnt erhalten können, wird aber auch von unserer Fähigkeit abhängen, künftige klimatische Bedingungen vorzuberechnen und uns frühzeitig anzupassen. Aus diesem scheinbaren Dilemma ergeben sich eine Reihe von Fragen in zwei Forschungsrichtungen, und zwar bezüglich der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Anpassung sowie der Erfassung und Vorhersage extre-



mer klimatischer Phänomene. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz fördert Forschungsaktivitäten in beide Richtungen.

Die Qualität der Prognosen von extremen Wetterereignissen ist abhängig von der Verbesserung der Kurzfristvorhersagen von extremen Wetterereignissen und deren Auswirkungen auf ökologische Systeme wie beispielsweise Böden und Gewässer oder auf Wirtschaftssektoren wie z.B. die Schifffahrt oder die Landwirtschaft. Dabei muss ebenfalls der Einfluss von Veränderungen der Landnutzung sowohl auf extreme Wetter- und Klimaereignisse als auch auf die Anfälligkeit gegenüber solchen Ereignissen berücksichtigt werden. Die Ergebnisse dieser Forschungsrichtung erlauben die Einrichtung effektiver Warnsysteme und Vorsorgemaßnahmen wie z.B. Talsperren oder Rückhaltebecken, um Hochwasser dämmen und in Dürreperioden Wasser zur Verfügung stellen zu können, sowie politischer Steuerungsmaßnahmen für Krisensituationen.

In der deutschen Forschung zur gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Anpassung an den Klimawandel liegt der Schwerpunkt bisher auf der Analyse der Verwundbarkeit einzelner Sektoren oder Akteursgruppen. Gegenstand der meisten Untersuchungen sind spezifische Strategien zur Anpassung an mögliche Veränderungen des Klimas oder ausgewählte Extremereignisse. Diese Untersuchungen erlauben Rückschlüsse auf Erfolgsfaktoren unterschiedlicher Strategien. Umfassende Analysen von Anpassungsstrategien in Bezug auf ihre gegenseitigen Wechselwirkungen und auf nationale Wirtschaftsstrukturen, internationale Arbeitsteilung, Konsumentenverhalten als auch gesellschaftliche und politische Anpassungsmuster fehlen dagegen weitgehend.

Auch regionale Strategien zur Anpassung an den Klimawandel spielen eine zentrale Rolle für Stärkung und Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit unter Bedingungen des Klimawandels. Der Klimawandel ist ein direkter ökonomischer Faktor für viele Regionen, deren Wohlstand und Wertschöpfungsketten auf den natürlichen Ressourcen der Region beruhen oder in besonderem Maße von extremen Wetterereignissen betroffen sind. Durch den Aufbau von Netzwerken und strategischen Partnerschaften in solchen Regionen sollen Erkenntnisse der Klimaforschung auf geeignete Weise in die regionale Planungspraxis



einbezogen werden und in konkrete Entscheidungen in Wirtschaft, Politik oder Zivilgesellschaft eingehen. Das Ziel ist es, zum gegenseitigen Nutzen Maßnahmen unterschiedlicher Akteure zur Verbesserung der Anpassungsfähigkeit zu vernetzen. Ökonomische und soziale Risiken sollen minimiert und Marktpotenziale erkannt und genutzt werden.

Für sektorale als auch für regionale Anpassungsstrategien gilt gleichermaßen, dass ein großer Bedarf an Methoden und Indikatoren zur Bewertung der Anpassungskapazitäten sowie des Erfolgs komplexer Anpassungsstrategien besteht.

Daneben konzentriert sich die Hightech-Strategie zum Klimaschutz in der Anpassungsforschung auf eine Reihe von weiteren zentralen Aspekten. Diese betreffen zum einen die unterschiedlichen Auswirkungen des Klimawandels in verschiedenen Weltregionen: Werden sich die natürlichen Lebensumstände verändern? Wie reagieren die Menschen? Ist in größerem Umfang mit Migrationsströmen zu rechnen? Zum anderen stellen sich eine Reihe von ökonomischen Fragen: Welche Wirtschaftssektoren

sind am meisten betroffen und welche besitzen die höchste Widerstandsfähigkeit? Was bedeutet das für die Entwicklung bestimmter Volkswirtschaften? Inwieweit haben Änderungen von bisherigen Preisstrukturen, z. B. infolge der vermehrten Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung oder der klimabedingten Verknappung von Umweltressourcen, wie Wasser und Ackerland, Auswirkungen auf regionale Wirtschaftsstrukturen? Wie kann auf unterschiedlichen regionalen Ebenen die Integration sektoraler und räumlicher Anpassungserfordernisse und entsprechender Anpassungsoptionen erreicht werden? Die systematische Auswertung verschiedener Anpassungsmuster wird es erlauben, Strategien zu vergleichen, Wechselwirkungen zu erkennen und auch Faktoren zu benennen, die eine effektive Anpassungsstrategie begünstigen.

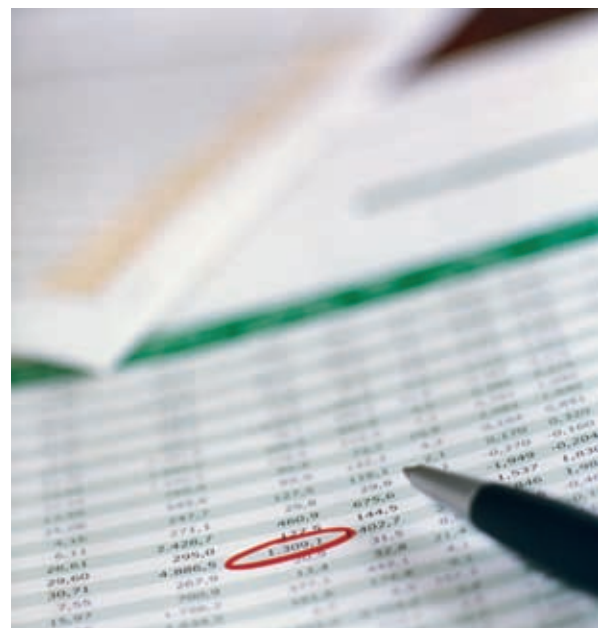
Schwerpunkt 4: Steuerungsfaktoren für Klimaschutz und Klimaanpassung: politisches und sozio-ökonomisches Potenzial

Schon jetzt muss über die Hauptsäulen eines internationalen Übereinkommens entschieden werden, das das Abkommen von Kyoto zur Reduzierung von Treibhausgasen nach dem Jahr 2012 ersetzt. Einer der Schwerpunkte der deutschen Forschungsarbeiten liegt daher derzeit auf weiterführenden Steuerungsinstrumenten zur Reduzierung von Treibhausgasen. Diese Arbeiten stützen sich auf Szenariountersuchungen und sogenannte Vulnerabilitätsanalysen, die sich damit befassen, wie stark Menschen, Gesellschaften oder auch Wirtschaftssektoren voraussichtlich vom Klimawandel betroffen sein werden. Diese Analysen sind heute noch vorwiegend regional und sektoral geprägt und müssen stärker in den Kontext globaler Wirtschaftsprozesse und Lebensstile gestellt werden. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz fördert daher modellgestützte Szenarioanalysen und qualitative Governance-Studien, die der Erforschung zentraler Steuerungsfaktoren bezüglich Klimaschutz und Anpassung dienen.

Zentrale Marktmechanismen, wie beispielsweise der Emissionshandel, müssen weiterentwickelt und internationale Rahmenbedingungen, wie etwa die Globalisierung von Güter-, Dienstleistungs- und Kapitalmärkten, berücksichtigt werden. Besteht die Möglichkeit der Einbe-

ziehung von Entwicklungs- und Schwellenländern, ohne mehr Probleme zu schaffen, als man löst? Nach welchen Ansätzen können angemessene Beiträge von einzelnen Ländern bewertet werden? Diese Fragen müssen in engem Zusammenhang mit anderen Anreizmechanismen für den Einsatz klimafreundlicher Innovationen gesehen werden. Auch zivilgesellschaftliche Akteure können hier einen entscheidenden Faktor darstellen.

Eine weitere zentrale Forschungsaufgabe besteht darin, diese Überlegungen in integrierten Szenarien zusammenzuführen. Die zentrale politische Fragestellung ist die Definition und Begründung von Klimaschutzzielen wie etwa dem EU-Ziel, die globale Erwärmung auf zwei Grad gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen. Welche Auswirkungen haben unterschiedliche Emissionspfade und wie bewerten wir ihre ökonomischen, sozialen, ökologischen und technologischen Implikationen? Wie können Rückkopplungen mit sozialen und natürlichen Systemen angemessen berücksichtigt werden? Welche Risiken, Spielräume oder Notwendigkeiten für Emissionsreduktionen ergeben sich daraus und wie groß sind dabei die Unsicherheiten? Die zentrale Herausforderung ist die Entwicklung von Bewertungsinstrumenten, die es erlauben, verschiedene Strategien zum Erreichen der Kli-



maziele gegeneinander abzuwägen und in den globalen Zusammenhang zu stellen. Es geht dabei um die Entwicklung integrierter Modellkapazitäten, um naturwissenschaftliche Grundlagenforschung zum Klimasystem mit ökonomischen Forschungsansätzen, etwa zu Kosten und Nutzen des Klimawandels, technologischen Szenarien und handlungsorientierter sozialwissenschaftlicher Forschung zusammenzuführen.

Erfolgreicher Klimaschutz nimmt auch Verbraucherinnen und Verbraucher in die Pflicht. Er erfordert Anpassungsleistungen, die in alltägliche Lebensweisen, Gewohnheiten, Konsummuster und Urbanisierungsformen eingreifen. Technologische Neuerungen können sich jedoch nur durchsetzen, wenn sie mit den alltäglichen komplexen Anforderungen an die Konsumenten und Bürger in Einklang gebracht werden. Denn nur wenn klimafreundliche Produkte und Dienstleistungen nachgefragt werden, kann eine Trendwende beim Ausstoß des Treibhausgases CO₂ erreicht werden. Dabei ist es wichtig, zu verhindern, dass die Entlastungswirkung neuer, Effizienz steigernder Angebote durch erhöhte Nachfrage wieder kompensiert wird. Sollen die Verbraucher wirksam für den Klimaschutz gewonnen werden, müssen daher in einer integrativen Forschungsstrategie auch die Wohlfahrtsansprüche, die ökonomischen, sozialpsychologischen und sozialstrukturellen Aspekte sowie Spielräume des Alltagshandelns berücksichtigt werden.

Die Wissensgrundlagen dafür entstehen in sozial-ökologischen Forschungsprojekten, in denen die Handlungsspielräume der Bürger und Konsumenten, aber auch von Akteuren wie Kommunen und Nichtregierungsorganisationen ausgelotet und neue Verhaltensangebote als soziale Innovationen erprobt werden. Dabei geht es auch um Verfahren zur Bewertung von und zum Umgang mit unbeabsichtigten Folgewirkungen von Klimaschutzmaßnahmen, z. B. im Zusammenhang mit Technologien zur CO₂-Abscheidung und -lagerung oder mit gegensätzlichen Nachhaltigkeitszielen, etwa hinsichtlich der Produktion und Nutzung von Bioenergie.

Mit einer Einbindung der Forschungspotenziale der sozial-ökologischen Forschung in die Hightech-Strategie zum Klimaschutz werden nachhaltigere Lösungsansätze ermöglicht und innovative Forschungspotenziale für

Deutschland erschlossen. Die deutsche Wissenschaft kann dabei auf einen reichen Erfahrungsschatz im Bereich der Markteinführung ökologischer Produkte, Prozesse und Dienstleistungen im Energie-, Ernährungs- und Mobilitätsbereich zurückgreifen. Sozial-ökologische Forschungsansätze zur Ernährungswende oder zu Mobilitätsdienstleistungen haben beispielsweise erfolgreich gezeigt, wie durch zielgruppenspezifische Maßnahmen und verbesserte Kommunikation zwischen Unternehmen und Verbrauchern Potenziale zur Reduktion von Treibhausgasen erschlossen werden können. Diese Ansätze werden in Zukunft mit größerer Breite weiterentwickelt werden, um systematisch die Handlungsfähigkeit der Verbraucher als Partner im Klimaschutz zu erhöhen.

Monitoring als Querschnittsaufgabe

Das Monitoring, also die regelmäßige und systematische Beobachtung wichtiger Klimaparameter, ist eine unabdingbare Voraussetzung, um den stattfindenden Wandel in seiner Gesamtheit zu beobachten und das grundlegende Wissen über die Prozesse des Wandels voranzubringen. In der deutschen Forschung zu Klimathemen liegt der Schwerpunkt des Monitorings bisher auf der Überwachung atmosphärischer und ozeanischer Prozesse, die durch weltweite, von nationalen Erhebungsmethoden unabhängige Beobachtung aus dem Weltraum sowie durch Messnetze, die detaillierte Daten direkt „vor Ort“ erheben, erfasst werden. Unverzichtbare Beiträge stellen der Deutsche Wetterdienst mit dem operationellen Betrieb eines umfangreichen Netzes von Messstationen und die Einrichtungen der Helmholtz- und Leibniz-Gemeinschaft mit der Auswertung von Daten der Wettersatelliten, ozeanischen Messsysteme und Forschungsschiffe zur Verfügung. Abgesehen von einigen ersten Ansätzen fehlt jedoch ein international vernetztes Monitoringnetzwerk, das alle wesentlichen natürlichen und gesellschaftlichen Merkmale und Auswirkungen des Klimawandels systematisch erfasst.

Dank seiner bereits bestehenden und im Aufbau befindlichen Fähigkeiten übernimmt Deutschland eine führende Rolle bei der Etablierung eines europäischen Systems für globale Umwelt- und Sicherheitsüberwachung (GMES, Global Monitoring for Environment and Security). GMES ist neben dem Satellitennavigationssystem Galileo die



zweite Säule der gemeinsamen Raumfahrtaktivitäten der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der EU. Ziel ist es, durch Bündelung aller in Europa vorhandenen Kräfte eine eigenständige europäische Kapazität zur Unterstützung politischer Entscheidungen zu schaffen, die auf den besten zur Verfügung stehenden Daten basiert. Gleichzeitig leistet Europa damit einen zentralen Beitrag dazu, die relevanten Klimainformationen in ein weltweites zwischenstaatliches Netzwerk ähnlicher Informationssysteme (Global Earth Observation System of Systems, GEOSS) einzubringen. Auch GEOSS zielt auf die Koordination globaler Erdbeobachtungsinformationen ab, um eine Datengrundlage zu globalen Umweltveränderungen zu schaffen. Deutschland engagiert sich mit vielfältigen nationalen Beiträgen am Aufbau von GEOSS. Eine Arbeitsgruppe wichtiger nationaler Nutzer von Erdbeobachtungsinformationen, D-GEO, entwickelt darüber hinaus eine nationale Strategie zur Beteiligung an GEOSS,

um dessen Nutzen in und für Deutschland zu realisieren. So können auch beschleunigt geeignete Strategien entwickelt werden, um auf nationaler wie internationaler Ebene die oft aus Forschungsprojekten entstandenen umfangreichen Monitoringdaten wichtiger Parameter zu „operationalisieren“ – also deren Fortbestehen zu sichern, nachdem das eigentliche Forschungsprojekt schon beendet ist, und diese Daten geeignet zusammenzuführen. Darüber hinaus gibt es intensive Diskussionen zum Monitoring in verschiedenen internationalen Foren sowie bereits bewährte Langzeitmonitoringsysteme, beispielsweise zu Luftverunreinigungen und deren Wirkungen, die um Klima(wirkungs-)parameter erweitert werden. Ein Anfang ist also gemacht, es müssen aber noch erhebliche Anstrengungen unternommen werden, bis ein umfassendes Monitoring etabliert ist.

Deutsche Forschungseinrichtungen sind hervorragend geeignet, eine internationale Führungsrolle in der systematischen Entwicklung und Evaluation von Monitoringstrategien einzunehmen. Die Bundesregierung wird sich daher weiterhin im internationalen Kontext für geeignete Monitoringplattformen und -systeme einsetzen, die langfristig betrieben werden können und Dauerbeobachtungen wichtiger Systemkomponenten definieren, erproben und sichern. Es muss dabei eine Strategie entwickelt werden, die klare Kriterien für die Auswahl von Messreihen festlegt und dabei auch einzelne Plattformen für beispielsweise Modellevaluation, Vorhersagen oder Frühwarnsysteme einbezieht.

Die klügsten Köpfe gewinnen

Spitzenforschung braucht Spitzenforscher. Die Innovationskraft unseres Landes hängt entscheidend von der beruflichen Qualifikation der hier lebenden Menschen ab. Wenn wir auch in Zukunft noch zu den Pionieren auf den globalen Leitmärkten gehören wollen, müssen wir neue Begeisterung für die Wissenschaft und die Chancen neuer Technologien wecken. Die Kreativität und das Engagement junger Menschen sind unverzichtbare Ressourcen für die Aufgaben, die der Klimawandel uns stellt.

Die nationale Qualifizierungsinitiative, die derzeit unter Federführung des BMBF vorbereitet wird, verfolgt das Ziel, alle Potenziale unseres Bildungssystems zu nutzen

und attraktive Bedingungen für den wissenschaftlichen Nachwuchs zu schaffen. Um die Forschung zum Klimaschutz in Deutschland nachhaltig zu stärken, sollen sichtbare Akzente gesetzt werden, damit Hochschulen und Forschungsorganisationen aufgrund ihrer exzellenten Nachwuchsarbeit internationale Strahlkraft entwickeln.

Herausragende Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs muss dabei mit exzellenter wissenschaftlicher Forschung kombiniert werden. Für Spitzenforscher aus aller Welt sollten Anreize geschaffen werden, nach Deutschland zu kommen und hier zu leben und zu arbeiten. Ein attraktives Forschungs- und Studienprogramm soll insbesondere in den Bereichen Mathematik sowie Ingenieur- und Naturwissenschaften hervorragende Ausbildungsmöglichkeiten bieten. Unternehmen sind auch auf diesem Feld wichtige Partner. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz stärkt deshalb besonders bei der Nachwuchsförderung die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft – eine Kooperation, von der beide Seiten profitieren. Strategische Allianzen fördern die Forschung an den Hochschulen und kommen auf diese Weise dem wissenschaftlichen Nachwuchs zugute, der auf unkomplizierte Weise erste Erfahrungen in der Wirtschaft sammeln kann. Die Unternehmen wiederum bekommen nicht nur Einblick in laufende Forschungsvorhaben, sondern auch früh Kontakt zu hoch qualifizierten Bewerbern.

Der Aufbau vielfältiger Kooperationen wird durch Initiativen von acatech, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften, unterstützt. Als eine Wissenschaftsorganisation, die ihre Mitglieder aus Wissenschaft und Wirtschaft rekrutiert, strebt acatech insbesondere die Zusammenarbeit dieser Akteure bei der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses an. In Kooperation mit dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft und mit Unterstützung des BMBF will sich acatech verstärkt der Nachwuchsförderung in den Technikwissenschaften annehmen und vor allem der Frage nachgehen, durch welche Maßnahmen sich die Rahmenbedingungen von Lehre und Studium verbessern lassen.



3. Know-how aus Deutschland

Technologische Perspektiven für den Klimaschutz



Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz gründet auf dem Bekenntnis von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zur gemeinsamen Verantwortung für den Klimaschutz. Einen zentralen Baustein bilden konkrete Anstrengungen und Vereinbarungen entscheidender gesellschaftlicher Akteure zur Umsetzung von gemeinsamen Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben. Es ist das erklärte Ziel, die verschiedenen Entwicklungsstadien von der Grundlagenforschung bis hin zur Entwicklung marktfähiger Produkte in Gänze abzubilden und durch geeignete Rahmenbedingungen und Forschungsförderung eine

schnelle und hohe Durchsetzung im Markt zu erreichen. Im Mittelpunkt stehen dabei Spitzentechnologien, die große Effizienzgewinne, zügige Umsetzbarkeit und auch die Stärkung der deutschen Wirtschaft auf dem internationalen „Zukunftsmarkt Klimaschutz“ versprechen.

Bereits heute leisten deutsche Spitzentechnologien ihren Beitrag zu weltweiten Bemühungen um Klimaschutz und Energieeffizienz und stärken die Position Deutschlands als Exportnation. Um diese wirtschaftlichen Erfolge zu verstetigen, wird die Bundesregierung Maßnahmen ergreifen, die den deutschen Anteil am weltweiten Leitmarkt für Klimaschutztechnologien steigern. Im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz werden die beteiligten Ressorts der Bundesregierung (BMBF, BMELV, BMVBS, BMWi und BMU) daher Forscher und Unternehmer

zusammenbringen, um klimarelevanten Zukunftstechnologien zum Durchbruch zu verhelfen. Die entscheidenden Fragen dabei lauten: Wie lässt sich Energie effizient in nutzbare Formen umwandeln und speichern, wie können Produktion und Dienstleistungen nachhaltig gestaltet werden und wie können wir dazu vorhandene Ressourcen effizienter nutzen? Diese Fragen müssen wir letztlich für alle Prozesse, bei denen Treibhausgase entstehen, beantworten.

Die an der Umsetzung der Hightech-Strategie zum Klimaschutz beteiligten Ressorts der Bundesregierung konzentrieren sich in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich auf die Bereiche, in denen die größten Klimaschutzeffekte zu erwarten sind und Anreize zur raschen Entwicklung von Spitzentechnologien für den Klimaschutz geschaffen werden können. Dies sind beispielsweise die Energieversorgung und Energieeffizienz, intelligente Netze und energiesparende intelligente Verbrauchsgüter, die Mobilität oder der Gebäudesektor, aber auch die Landnutzung und grundlegende Technologiebereiche wie Chemie und Materialforschung. Die frühzeitige Einbindung von Akteuren des Finanzmarkts in die Hightech-Strategie zum Klimaschutz soll die Nutzbarmachung von Technologien zu marktfähigen Konditionen beschleunigen.

Klimaschutz kann nur zusammen mit tiefgreifenden Innovationen in der Energieversorgung und Energienutzung gedacht und umgesetzt werden. Anspruchsvolle Klimaschutzziele brauchen daher auch übergeordnete Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien und die

Steigerung der Energieeffizienz. Mit dem Eckpunktepapier für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm hat die Bundesregierung ein konkretes Maßnahmenprogramm beschlossen, dessen Richtschnur die Begriffe Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit sind.

Die Impulse für Forschung und Entwicklung, die von der Hightech-Strategie zum Klimaschutz ausgehen, sind neben weiteren im Eckpunktepapier für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm angekündigten Energieforschungsinitiativen der Bundesregierung ein wichtiger Teil des geplanten Maßnahmenpakets.

Wer energiesparende Produkte und Verfahren entwickelt und produziert oder beispielsweise Fahrzeuge mit einem geringen Kraftstoffverbrauch herstellt, hat bei steigenden Energiepreisen auf dem heimischen Markt, aber auch auf den Exportmärkten Wettbewerbsvorteile. Wenn wir im Verkehr, in Gebäuden oder in industriellen Prozessen mithilfe von Spitzentechnologien den Ressourcenverbrauch deutlich vermindern können, verringern wir nicht nur die Emissionen von CO₂, sondern auch die Abhängigkeit von Energieimporten und senken dabei auch noch Kraftstoff- und Heizungskosten sowie Stromrechnungen.

Für saubere und effiziente Energiegewinnung

Die Bundesregierung setzt im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz gemeinsam mit Wirtschaft und Wissenschaft wichtige Impulse, um zentrale Innovati-

Hightech im Dialog zwischen Wissenschaft und Wirtschaft

Beim 1. Klima-Forschungsgipfel am 3. Mai 2007 in Hamburg hat das BMBF hochrangige Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik dazu aufgerufen, die Kräfte von Forschung und Innovation in Deutschland zu bündeln und gemeinsam an Zukunftslösungen für den Klimaschutz zu arbeiten. Sechs technologieorientierte Dialogforen (Energie, Chemie und Industrieprozesse, neue Materialien, Gebäude und Wohnen, Mobilität und Verkehr, Biogeosphäre/Land- und Forstwirtschaft) sowie ein Querschnittsforum zu Investitionsstrategien und Finanzwirtschaft wurden etabliert, in denen Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft Fahrpläne mit konkreten Innovationsallianzen und Partnerschaften entwickelt haben. Auch weitere Meilensteine wurden formuliert, um gemeinsam an Spitzentechnologien für den Klimaschutz zu forschen. Die ersten Projekte im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz werden nun auf den Weg gebracht. Anschließend werden diese Maßnahmen durch weitere Initiativen und Förderungsschwerpunkte ergänzt.

onen auf wichtigen internationalen Leitmärkten voranzubringen. Die technologischen Entwicklungen helfen uns, mit vorhandenen Ressourcen effizienter umzugehen und regenerative Energien besser zu erschließen. So könnten

Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm

Mit dem Eckpunktepapier für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm setzt die Bundesregierung wesentliche Modernisierungsimpulse, um die europäischen Beschlüsse zum Klimaschutz auf nationaler Ebene in die Tat umzusetzen. Dabei handelt es sich um ein umfassendes Paket von Gesetzesinitiativen und Fördermaßnahmen.

- Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
- Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich
- CO₂-arme Kraftwerkstechnologien
- Intelligente Messverfahren für Stromverbrauch
- Saubere Kraftwerkstechnologien
- Einführung moderner Energiemanagementsysteme
- Förderprogramme für Klimaschutz und Energieeffizienz (außerhalb von Gebäuden)
- Energieeffiziente Produkte
- Einsaiseregulierung für Biogas in Erdgasnetze
- Energieeinsparverordnung
- Betriebskosten bei Mietwohnungen
- CO₂-Gebäudesanierungsprogramm
- Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur
- Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)
- Programm zur energetischen Sanierung von Bundesgebäuden
- CO₂-Strategie Pkw
- Ausbau von Biokraftstoffen
- Umstellung der Kfz-Steuer auf CO₂-Basis
- Verbrauchskennzeichnung für Pkw
- Verbesserte Lenkungswirkung der Lkw-Maut
- Flugverkehr
- Schiffsverkehr

- Reduktion der Emissionen fluoriertem Treibhausgasen
- Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen
- Energieforschung und Innovation
- Elektromobilität
- Internationale Projekte für Klimaschutz und Energieeffizienz
- Energie- und klimapolitische Berichterstattung der deutschen Botschaften und Konsulate
- Transatlantische Klima- und Technologieinitiative

Es geht in dem Programm beispielsweise um optimale Wege, wie die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in die zukünftige Stromversorgung integriert werden kann, oder um wirtschaftlich vernünftige Wege zur Reduzierung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen, z. B. durch den Ausbau der hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplung. Insgesamt sollen integrierte und systemorientierte Lösungsansätze gefunden werden.

Die Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm wurden unter Federführung von BMU und BMWi erarbeitet. Sie werden von allen beteiligten Ressorts der Bundesregierung gemeinsam umgesetzt. Die Bundesregierung wird in diesem Zusammenhang laufende Aktivitäten in der Energie- und Klimaforschung verstärken. In diesem Rahmen sollen zukunftsweisende Projekte und Initiativen definiert werden. Hierzu gehören innovative Verbundforschungsprojekte und auch die Unterstützung strategischer Partnerschaften zwischen öffentlich und privat geförderter Forschung. Außerdem sollen Grundlagenforschung und angewandte Forschung ausgebaut werden, um einerseits das kurz- bis mittelfristig bestehende Optimierungspotenzial zu erschließen und andererseits auch für die Zeit nach 2020 innovative Technologien zum Klimaschutz zur Verfügung zu stellen.



beispielsweise 20 bis 40% des Energieverbrauchs in der Industrie zu wirtschaftlich vernünftigen Bedingungen bis 2020 eingespart werden. Allein für die elektrischen Antriebe werden rund zwei Drittel des gesamten Stroms benötigt. Durch den Einsatz von elektronischen Drehzahlregelungen, intelligenter Steuerung und neuen Materialien könnte der Verbrauch um mehr als 15% reduziert werden.

Dies gewinnt insbesondere vor dem Hintergrund an Bedeutung, dass die Zunahme der Weltbevölkerung und das rasante Wachstum von aufstrebenden Volkswirtschaften wie China und Indien eine stark steigende Energienachfrage zur Folge haben. Die Nachfrage nach Primärenergie wird gemäß den Szenarien der Internationalen Energieagentur weltweit bis 2020 um ca. 50% steigen, die Nachfrage nach elektrischer Energie um fast 100%. Trotz starken Anstiegs des Anteils der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, vor allem aus Wind und Biomasse, werden im Jahr 2020 voraussichtlich noch immer zwei

Auf dem Weg zu einem nachhaltigen Energiesystem

Die Antwort auf den weltweit rapide steigenden Energieverbrauch liegt in einer Klima- und Energiepolitik, die konsequent auf Innovation und erhöhte Marktdurchdringung neuer Technologien setzt. Insbesondere in der Erhöhung der Energieeffizienz liegen noch enorme Potenziale, die es auszuschöpfen gilt. Kurz- und mittelfristig können die Klimaschutzziele deshalb vor allem durch weitgehende Mobilisierung ungenutzter Effizienzpotenziale in Verbindung mit erneuerbaren Energien sowie durch CO₂-arme Kraftwerkstechnologien auf der Basis fossiler Energieträger erreicht werden. Langfristig gehen wir davon aus, dass erneuerbare Energien einen erheblichen Anteil an der Gewährleistung der globalen Energieversorgung haben werden. Daher investieren wir in die technologische Weiterentwicklung erneuerbarer Energien einschließlich der dafür notwendigen Netz- und Speichertechnologien.

Drittel des Stroms aus fossilen Energieträgern erzeugt werden. Den größten Anteil daran wird nach wie vor die weltweit verhältnismäßig preisgünstig verfügbare Kohle haben.

Es gibt auf absehbare Zeit keine umfassende Alternative zu fossilen Brennstoffen. In der Konsequenz müssen wir uns also fragen: Wie können wir konventionelle Kraftwerke noch sauberer und effizienter machen? Ein Teil der Antwort liegt in der Entwicklung von schadstoffarmen Kraftwerken mit CO₂-Abtrennung und dessen Speicherung im tiefen Untergrund. Sie können einer der wesentlichen Hebel für den globalen Klimaschutz sein, da sie auch eine umweltfreundliche und preisgünstige Stromversorgung in den großen Entwicklungsländern darstellen können.

Kosten und ökonomische Risiken der CCS-Technologien übersteigen zurzeit den wirtschaftlichen Nutzen. Außerdem ist die Abtrennung, Weiterleitung und Speicherung von CO₂ mit zusätzlichem Bedarf an Energie und Res-

Abscheidung und Speicherung von CO₂

Mithilfe von technologischen Verfahren lässt sich verhindern, dass CO₂ aus konventionellen Kraftwerken in die Atmosphäre emittiert wird. Dieser Prozess, bei dem CO₂ zunächst aus dem Rauchgas (post combustion) oder aus einem Brenngas (pre combustion) abgetrennt oder aber im Rauchgas durch Verbrennung in einer Sauerstoffatmosphäre angereichert wird (Oxyfuel) und dann sicher in geologischen Formationen gespeichert wird, wird als „Carbon Capture & Storage“ (CCS) bezeichnet.

Im Eckpunktepapier für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm setzt sich die Bundesregierung das Ziel, die technische, ökologische und wirtschaftliche Machbarkeit der CCS-Technologien zu ermöglichen und zügig einen Rechtsrahmen für Abscheidung, Transport und Speicherung von CO₂ auszugestalten. Durch eine gemeinsame Erklärung im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz geben Politik und Wirtschaft in Deutschland daher ein klares Bekenntnis zu dieser Technologie ab, um so schnell wie möglich die Marktreife zu erreichen und alle Hürden zur praktischen Umsetzung zu überwinden. Wichtige Teilaspekte betreffen Methoden zur Speicherquantifizierung, Kriterien für die Standortauswahl sowie Technologien und Systeme für die Überwachung, die Steuerung und das Management des Betriebs und der damit verbundenen Risiken.

CCS beinhaltet heute verschiedene Technologieketten, die auf den Übergang zu einer CO₂-armen Wirtschaft ausgerichtet sind. Um die technische Herausforderung und praktische Umsetzung zu meistern, arbeiten schon heute europaweit Forscher und Unternehmen aus der Energiewirtschaft sowie Anlagenhersteller zusammen. In Ketzin (Brandenburg) geht 2007 die erste Demonstrationsanlage zur CO₂-Speicherung in tiefen, Salzwasser führenden Schichten auf dem europäischen Festland in Betrieb. 2008 starteten weitere Pilotvor-

haben mit Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an konkreten Speicherstandorten. Derzeit fehlt es noch an einem ausreichenden gesetzlichen Rahmen. Das Bundesumweltministerium hat ein Forschungs- und Beratungsvorhaben zur Gestaltung eines Rechtsrahmens für CCS vergeben. Die Ergebnisse dieses Vorhabens werden in die Gestaltung des CCS-Rechtsrahmens einfließen.

sources verbunden. Das heißt, bezogen auf den gleichen Nutzenergie-Output ist die Gesamteffizienz einer CCS-Anlage niedriger als die eines Kraftwerks ohne CCS.

Die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen müssen sich daher auch auf die weitere Effizienzsteigerung der Kraftwerkskomponenten und deren Systemintegration richten.

Das BMWi setzt hier mit seinem Forschungsprogramm COORETEC (CO₂-Reduktionstechnologien) Schwerpunkte. Es müssen neue Werkstoffe und Fertigungstechniken für hocheffiziente Gasturbinen sowie Wasserstoffgasturbinen entwickelt werden. Eine deutliche Wirkungsgradsteigerung bei Kohlekraftwerken ist durch höhere Prozesstemperaturen zu erwarten. Die Grundlage dafür ist ein Materialwechsel zu nickelbasierten Stählen für die Großkomponenten der Hochtemperaturdampfturbinen. In enger Zusammenarbeit mit einer Allianz aus Werkstoffherstellern, Anlagenherstellern, Anlagenbetreibern, Verbänden und Forschungsinstituten aus dem Bereich der Hochtemperaturwerkstoffe sollen im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz daher die Voraussetzungen für eine fossil betriebene, emissionsarme Energieerzeugung in Kraftwerken geschaffen werden. Durch die Steigerung des Wirkungsgrades der Kraftwerke bei gleichzeitiger Kostenreduzierung der Großkomponenten kann die deutsche Industrie ihre weltweite Stellung auf dem Werkstoff- und Kraftwerkssektor ausbauen.

Das BMBF fördert im Rahmen des GEOTECHNOLOGIEN-Programms wissenschaftliche Projekte zur CO₂-Speicherung in geologischen Formationen. Damit werden wesentliche Grundlagen zur langfristig sicheren Speicherung von CO₂ geschaffen und entsprechende Kompe-

tenzen an deutschen Forschungseinrichtungen sowie in der Industrie gezielt aufgebaut. Diese Forschungsansätze sollen ab 2008 verstärkt weitergeführt werden.

Darüber hinaus beschäftigt sich insbesondere die chemische Industrie mit Möglichkeiten, CO_2 als Kohlenstoffquelle für Kraftstoffe und Chemierohstoffe zu nutzen. Die stoffliche Nutzung von CO_2 stellt damit ein strategisches Konzept dar, das langfristig durch Kombination mit ökonomischeren Methoden der Wasserstoffherzeugung und mit der Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Rohstoffsicherung der Zukunft beitragen kann. Um die CO_2 -Verwertung umzusetzen, müssen jedoch energetisch effiziente Verfahren zur CO_2 -Abtrennung und CO_2 -Abspaltung aus Brenn- oder Abgasen entwickelt werden, um Kohlenstoff als Rohstoff herzustellen. Zudem wird auch unter idealen Bedingungen nur ein Anteil von wenigen Prozent der weltweit anfallenden CO_2 -Emissionen in entsprechenden Produkten verwertet werden können. Dennoch wird es im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz als wichtig erachtet, auch Verwertungsmöglichkeiten von CO_2 als Rohstoff für Industrieprozesse zu erforschen. Dazu wird eine Innovationsallianz angestrebt, die die intensive Verzahnung von Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Entwicklung sowie die frühzeitige Einbeziehung einer ökonomischen Bewertung technologischer Entwicklungen vorsieht.

Mit den international anerkannten Verbundforschungsprojekten im Bereich innovativer Kraftwerkstechnologien und der CO_2 -Abscheidung unterstützt das BMWi die Zielsetzungen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz insbesondere durch die gezielte Förderung der anwendungsnahen Forschung und Entwicklung und durch begleitende Maßnahmen zur Demonstration. Ihr speziell auf Wirtschaft und Wissenschaft zugeschnittenes Forschungsprogramm COORETEC ergänzt dabei die umfangreichen Anstrengungen im Bereich der Grundlagen- und der institutionellen Forschung.

Für den effizienteren Einsatz erneuerbarer Energien

Regenerative Energien bieten langfristig die einzige Perspektive für eine nachhaltige und sichere Energieversorgung. Ziel des Eckpunkteapiers für ein integriertes



Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung ist daher auch die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Wärme-, Strom- und Kraftstoffbereitstellung in Deutschland auf 25 bis 30% bis 2020 sowie deren weiterer Ausbau bis 2030. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz leistet ihren Beitrag dazu, indem sie zentrale Technologien zur effizienten Energiebereitstellung aus regenerativen Energien voranbringt.

Die aus Wind- und Wasserkraft, Biomasse und Geothermie gewonnene Energie reicht nicht aus, um die gesamte Energienachfrage weltweit zu decken. Die auf der Erde ankommende Strahlungsleistung der Sonne übertrifft den Energiebedarf der Erde hingegen um mehrere Größenordnungen. Daher suchen Wirtschaft und Wissenschaft gemeinsam nach neuen Lösungen zur Nutzung von Sonnenenergie. Das Ziel aller Entwicklungen muss eine hinreichend kostengünstige, effiziente und langlebige Technologie sein, mit der die Energiequelle Sonne nutzbar gemacht werden kann.

Deutsche Unternehmen sind bereits heute als Technologielieferanten und Entwickler für solarthermische Kraftwerke weltweit führend. Besonders viel versprechend unter dem Aspekt der Marktnähe sind Para-

bolrinnenkraftwerke mit Direktverdampfung sowie Turmkraftwerke. Eine weitere interessante Option sind Aufwindkraftwerke in sonnenreichen Wüstenregionen. Zur Beherrschung des Wasserdampfkreislaufs besteht allerdings noch ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Das BMU fördert daher die Weiterentwicklung dieser Technologien bis hin zu Demonstrationsanlagen, um die Markteinführung zu ermöglichen. In Jülich wird derzeit mit Unterstützung durch das BMU eines dieser Demonstrationskraftwerke mit der weltweit innovativsten Solartechnik gebaut. Nach einer Bauzeit von einem Jahr soll das Solarkraftwerk mit einer Leistung von 1,5 Megawatt den ersten Strom ins öffentliche Netz einspeisen. Das Demonstrationsprojekt wird die Marktchancen deutscher Anbieter damit in einem Weltmarktsegment, das sich rasant entwickelt, deutlich verbessern.

Bioenergie ist im Bereich der regenerativen Energien ein weiterer wichtiger Forschungsschwerpunkt, der ein

weites Spektrum von Sektoren erfasst. Die Stärkung der Forschung zur energetischen Nutzung von Biomasse ist daher ein ressortübergreifendes Anliegen der Bundesregierung. Beispielsweise sollen flüssige und gasförmige Biokraftstoffe zukünftig merklich zur Deckung der Energienachfrage im Verkehrssektor beitragen. Insbesondere die Biokraftstoffe der zweiten Generation, die vor allem aus Biomassen aus dem Non-Food-Bereich hergestellt werden, versprechen die Einsparung erheblicher Mengen an klimawirksamen Gasen. Biokraftstoffe werden aber aller Voraussicht nach nicht nur die Fahrzeuge von morgen antreiben, sondern auch bei der Stromerzeugung ihren Beitrag leisten. Im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz stehen daher eine Vielzahl von Fragen zu Forschung, Entwicklung und Produktion auf der Agenda: Wie lassen sich mit Biomasse möglichst leistungsstarke Kraftstoffe entwickeln? Welche Rolle kann hier Biomechan aus biochemischen und thermochemischen Verfahren spielen? Und schließlich: Wie lassen sich die Erforder-

Organische Photovoltaik und Solarthermie

Unter dem Stichwort „organische Photovoltaik“ erforschen deutsche Unternehmen zusammen mit Partnern aus der Wissenschaft in einer gemeinschaftlichen, durch das BMBF geförderten Initiative Alternativen zur herkömmlichen Solartechnik, die ohne den aufwändig herzustellenden Rohstoff Reinstsilizium auskommen. Organische Zellen können durch den Aufbau von gestapelten Schichtstrukturen gewissermaßen in Serie geschaltet werden. Die Stärke dieser so genannten Tandemzellen ist die synthetische Vielfalt der eingesetzten organischen Halbleiter, die es erlaubt, die Absorptionseigenschaften der jeweiligen Schichten optimal aufeinander abzustimmen. Dadurch wird ein breiter Bereich des Sonnenspektrums genutzt, und es geht insgesamt weit weniger Energie als Abwärme verloren als bei herkömmlichen Siliziumzellen, die nur einen sehr kleinen Teil der Sonneneinstrahlung umwandeln können. Organische Photovoltaikmaterialien eröffnen die Chance auf enorme Kostenersparnisse beim Herstellungsprozess und auf völlig neue, global vermarktete Produkte. Organische Photovoltaikmaterialien sind transparent und flexibel. Sie könnten in Handys, Fotoapparaten oder Laptops künftig Akkus und Ladegeräte überflüssig machen. Zudem könnten durchsichtige Photovoltaikzellen großflächig auf Fenster oder Gebäude aufgeklebt werden. Erheblicher Forschungsbedarf besteht jedoch noch im Hinblick auf den Wirkungsgrad und die Lebensdauer organischer Photovoltaikmodule.

Auch solarthermische Kraftwerke dienen der Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie. Sie können vor allem in sonnenreichen Zonen (Südeuropa, Nordafrika, Australien, Kalifornien) einen wichtigen Beitrag zur Stromerzeugung leisten.

Die Potenziale solarthermischer Kraftwerke sind enorm. Die Technologie basiert auf dem einfachen Prinzip, mittels eines Wärmeträgermediums durch Sonneneinstrahlung heißen Wasserdampf zu erzeugen und diesen anschließend zur Stromgewinnung in Turbinen zu leiten. Derzeit werden verschiedene Technologien entwickelt, die nun der Erprobung bedürfen.

nisse der Rohstoffproduktion mit den Anforderungen der modernen Landwirtschaft vereinen? So vielfältig die Anwendungsmöglichkeiten von Bioenergie sind, so vielfältig sind auch die Forschungsdisziplinen, die sich im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz die Potenziale dieses „Allrounders“ unter den regenerativen Energien erschließen. Eines steht jedoch fest: Deutschland muss bei der Entwicklung innovativer Technologien zur Nutzung von Biomasse eine Führungsrolle übernehmen.

Bereits heute zeichnet sich in vielen Ländern eine zunehmende Konkurrenz der landwirtschaftlichen Biomasseproduktion für unterschiedliche Nutzungskonzepte ab. Den Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften kommt daher bei der Entwicklung einer immer stärker auf Bioressourcen basierenden Wirtschaft eine zentrale Rolle zu. Das BMBF beabsichtigt, Kompetenznetze in der Agrar- und Ernährungsforschung zu fördern, die sich an der gesamten Wertschöpfungskette von der Produktion natürlicher Ressourcen bis hin zur Bereitstellung qualitativ hochwertiger Rohstoffe (Lebensmittel, Futtermittel, nachwachsende Rohstoffe) für den Verbraucher ausrichten. Maßstab einer innovativen und modernen Landwirtschaft muss eine ganzheitliche und nachhaltige Produktion unter Einbeziehung von ökonomischen und sozialen Aspekten sein. Dazu sollen in einem Wettbewerb die agrar-, forst- und ernährungswissenschaftlichen Kompetenzen von Hochschulen mit denen der außeruniversitären Forschung unter Einbindung der Ressortforschung sowie der Wirtschaft gebündelt werden.

Eine weitere globale Erfolgsgeschichte ist schon heute die Windenergie. Deutschland ist der weltweit führende Anbieter und Anwender von Windenergieanlagen; mehr als 70% aller in Deutschland produzierten Windkraftanlagen und -komponenten gehen in den Export. Mehr als 5% des deutschen Strombedarfs werden durch Windenergie gedeckt. Weil die Windgeschwindigkeiten über dem Meer höher sind, bergen Offshore-Windparks, also Windturbinen vor der Küste, weitere hohe Energiepotenziale. Im Januar 2007 starteten die Bauarbeiten für die Kabeltrasse zum ersten deutschen Offshore-Windpark „alpha ventus“ in der Nordsee. Die ersten Windenergieanlagen dieses Pilotprojekts sollen im Spätsommer 2008 ans Netz gehen. Der weitere Erfolg der Offshore-Windenergie hängt jedoch maßgeblich davon ab, ob die einzelnen Kompen-



ten dem Einfluss von Salzwasser, Wind und Wetter trotzen können. Insbesondere Fundamenttechniken für große Tiefen und ein innovativer Korrosionsschutz stellen große Herausforderungen dar. Gleiches gilt für die Anbindung der Anlagen an das Stromnetz. Vor diesem Hintergrund wird das BMU Forschungsaktivitäten im Zusammenhang mit dem Offshore-Testfeld „alpha ventus“ fördern. Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz wird in enger Abstimmung mit den bestehenden Förderaktivitäten im Bereich der Windkraft wichtige technologische Impulse aus der Material- und Baustoffforschung fördern, um den weltweiten Erfolg der deutschen Windenergieanlagen zu verstetigen.

Grundlage der Energiewende: innovative Netze und Energiespeicher

Die dynamischen Entwicklungen bei der Energieversorgung bedeuten auch für das Management der Stromnetze völlig neue Herausforderungen. Um die Netze bei wachsender Ausdehnung und zunehmender Komplexität, z. B. aufgrund des Energiehandels und fluktuierender Einspeisungen, stabil zu betreiben, ist die Entwicklung völlig neuer Leistungselektronik- und IT-Systeme nötig. Mit sogenannten Smart Grids wandelt sich das Netz von einer starren Infrastruktur zu einem dynamischen System. Sie sind die Voraussetzung für die effiziente Einbindung eines wachsenden Anteils regenerativer und dezentraler Energien in das Energieversorgungssystem. Der bedarfsgerechte Ausbau der Elektrizitätsnetze zur Integration

Biogene Kraftstoffe der 2. Generation

Die deutsche Automobilindustrie hat die Entwicklung der biogenen Kraftstofftechnologie entscheidend vorangetrieben und wird dieses Engagement auch weiterführen. Zum Einstieg in die industrielle Produktion von Biokraftstoffen im großen Maßstab soll daher der deutsche Technologievorsprung gehalten und weiter ausgebaut werden. Eine strategische Partnerschaft von Fahrzeugherstellern, Biokraftstoff-Anlagenherstellern sowie Unternehmen der Mineralölwirtschaft und wissenschaftlichen Instituten soll die Voraussetzungen für die Erreichung dieser ambitionierten Zielsetzungen schaffen. Dabei ist eine enge strategische und inhaltliche Zusammenarbeit mit weiteren Partnern aus Wissenschaft und Industrie vorgesehen, da die industrielle Produktion von biogenen Kraftstoffen weitreichende Auswirkungen auf Land-, Forst- und Energiewirtschaft hat und auf eine enge Vernetzung mit der Chemie angewiesen ist. Die hierfür notwendigen Technologien sollen daher auch in Abstimmung mit allen zuständigen Ressorts der Bundesregierung entwickelt und umgesetzt werden.

der erneuerbaren Energien ist daher auch eines der Ziele der Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Die Entwicklung der Netze muss dabei Hand in Hand gehen mit der Einigung auf Standards für die Verschaltung unterschiedlicher Komponenten in Haushalten, Gewerbe und Industrie. Dies ist die Voraussetzung für eine ganz neue Generation „intelligenter“ verbrauchsgesteuerter und miteinander kommunizierender Verbrauchsgeräte, die sich mit dem Ziel der Kostensenkung und der Erhöhung der Netzstabilität ohne Komfortverlust ein- und ausschalten und je nach Angebot und Nachfrage in die Betriebsmodi mit den günstigsten Kosten und geringsten Umweltbelastungen wechseln. Durch die intelligente Vernetzung von Haushaltgeräten können die Spitzen im Lastgang auf durchschnittlich 2 Kilowatt pro Haushalt minimiert werden. Die ersten notwendigen Maßnahmen hierzu hat das BMWi bereits mit seiner Initiative „E-Energy: IKT-basiertes Ener-

giesystem der Zukunft“ gestartet. Der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationsmittel zur effizienten Steuerung von Strom und Wärme steht hier im Fokus der Forschungsanstrengungen. Weitere Demonstrationsprojekte innerhalb der Hightech-Strategie zum Klimaschutz sollen energieeffiziente „intelligente“ Anwendungen und die 2.000-Watt-Gesellschaft exemplarisch an Demonstrationsvorhaben illustrieren und der deutschen Industrie in einem lukrativen Zukunftsmarkt beste Ausgangsvoraussetzungen schaffen. Anhand entsprechender Designrichtlinien werden hierzu Vorgaben entwickelt. Forschung und Entwicklung können bei Standardapplikationen mit großem Marktdurchdringungsgrad erhebliche Einspareffekte hinsichtlich Kosten und Klimabelastung realisieren.

Die verstärkte Bedeutung der regenerativen Stromerzeugung hat ein weiteres Thema weit oben auf die Forschungsagenda gesetzt: die Speicherkapazitäten für Strom. Die Nachfrage nach elektrischer Energie steigt stärker als das Angebot, und die vorhandenen Stromnetze kommen inzwischen an die Grenzen ihrer Belastbarkeit. Wir müssen Wege finden, die elektrische Energie, die außerhalb der Spitzenzeiten produziert wird, länger und besser zu speichern, um sie in Zeiten verstärkter Nachfrage zeitverzögert nutzen zu können. Ansonsten wird man insbesondere die Potenziale der Energieträger Sonne und Wind nicht voll ausnutzen können.





Es werden dazu Stromspeicherbatterien für die Spitzenlastabdeckung der Stromnetze benötigt und Systeme, die als Puffer in diskontinuierlich arbeitenden Sonnen- oder Windkraftwerken Verwendung finden. Hier gibt es viel versprechende Möglichkeiten von der Druckluftzwischen-speicherung über Wasserstoffproduktion bis hin zu Batterien für die kleinmaßstäbliche Anwendung. Das sind aber bei weitem nicht alle Einsatzmöglichkeiten leistungsfähiger Batterien. Neben dem typischen Anwendungsbereich für mobiles elektronisches Equipment sind leistungsfähige Energiespeichersysteme auch eine essenzielle Voraussetzung für den Transportbereich (Elektro- und Hybridfahrzeuge), in dem bisher nur relativ wenige Akkumulatorsysteme die technische Marktreife erreicht haben und kommerziell verfügbar sind. Es mangelt hier insbesondere noch am ausreichenden Leistungsprofil.

Klimaverträgliche Mobilität auch in Zukunft sichern

Mobilität ist eine wichtige Grundlage jeder modernen arbeitsteiligen und international verflochtenen Gesellschaft. Rund 80% des Personenverkehrs und rund drei Viertel des landbezogenen Güterverkehrs in Deutschland und Europa werden auf der Straße abgewickelt und rund ein Fünftel der gesamten CO₂-Emissionen in Deutschland stammen aus dem Straßenverkehr. Das liegt auch daran, dass die Straße wie kein anderer Verkehrsträger Flexibi-

lität bietet und jederzeit verfügbar ist. Klimaschutz und individuelle Mobilitätsbedürfnisse müssen daher miteinander vereinbart werden.

Jedoch soll Mobilität nicht mit Verkehr gleichgesetzt werden. Die Vermeidung unnötigen Verkehrs und die Verlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsträger bleiben wesentliche Bausteine für eine nachhaltige und klimaverträgliche Mobilität. Wegen der zentralen Rolle des Straßenverkehrs für den Klimaschutz konzentriert sich die Hightech-Strategie zum Klimaschutz aber zunächst auf Forschungsaufgaben, die sich im Zusammenhang mit effizienten, sauberen und trotzdem bezahlbaren Antriebstechniken, der effizienten Organisation des Straßenverkehrs sowie dem ressourcenschonenden Fahrzeugleichtbau ergeben. Daneben bieten natürlich auch andere Verkehrsträger erhebliche Einsparungspotenziale, die im Verlauf der Umsetzung der Hightech-Strategie

Energiespeicher und Lithium-Ionen-Batterie

Stromspeichersysteme sind ein Schlüssel zur bedarfsgerechten Versorgung mit Elektrizität. Im großen Maßstab – etwa auf der Ebene der Stromnetze – bedarf es der Entwicklung und Realisierung von leistungsfähigen Energiespeichern wie Druckluftsystemen oder Wasserstoff. Für die kleinmaßstäblichen Anwendungen ist eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Batterien erforderlich. Der ständig steigende Bedarf an mobilen Energieversorgungssystemen sorgt zunächst für einen erhöhten Bedarf an elektrischer Energie, weil deren Zwischenspeicherung mit großen energetischen Verlusten einhergeht. Gleichzeitig erfordert der Trend zu mehr mobilen Geräten Batterien mit höherer spezifischer Energiedichte und Leistung, kurzen Lade- und Entladezeiten, sicherem Betrieb und langer Lebensdauer sowie geringerer Umwelt- und Klimabelastung. Insbesondere die Verbindung von mobilen batteriebetriebenen Geräten mit innovativen Ladetechnologien auf der Basis von Photovoltaik, der Nutzung der (menschlichen) Umgebungswärme oder der

Bewegungsenergie verspricht große technische und wirtschaftliche Potenziale. Lithium-Ionen-Batterien werden dabei aufgrund ihrer hohen Energie- und Leistungsdichte die besten Chancen eingeräumt, sich global als Standardtechnologie für Hochleistungsbatterien durchzusetzen. Um die Entwicklung von großskaligen Speichersystemen und mobilen Stromspeichern (Lithium-Ionen-Batterien) auch in Kombination mit umweltfreundlichen mobilen Ladesystemen voranzutreiben und Deutschland einen Technologievorsprung in diesem dynamischen Markt zu sichern, werden Forschung und Entwicklung in diesem Bereich im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz verstärkt gefördert werden. BMWi und BMU werden ihre Verbundforschungsförderung zu diesem Forschungsfeld ausbauen. Komplementär dazu wird das BMBF eine Innovationsallianz zur Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Batterie mit Partnern aus Chemieindustrie, Automobilherstellung und -zulieferung sowie Energieversorgung und weiteren Unternehmen und Forschungseinrichtungen gründen.

zum Klimaschutz ebenfalls einbezogen werden sollen. Es gehört zu den wichtigsten Zukunftsaufgaben, den CO₂-Ausstoß des Straßenverkehrs bei Beibehaltung der Mobilität deutlich zu reduzieren. Wirtschaft und Wissenschaft arbeiten bereits Seite an Seite an Technologien, die das Auto schrittweise von fossilen Kraftstoffen lösen. In der Vergangenheit konnte, bezogen auf den Kraftstoffverbrauch des einzelnen Fahrzeugs, bereits eine beachtliche Reduktion, beispielsweise durch die Entwicklung sparsamerer Motoren, erzielt werden. Diese Entwicklung muss konsequent fortgesetzt und weiter beschleunigt werden, denn die Autos der Zukunft sollen weiterhin zu einem großen Teil in Deutschland gebaut werden.

Verbrennungsmotoren werden vorerst die wichtigsten Antriebsaggregate der Fahrzeuge bleiben. Daher steht kurzfristig die Steigerung der Effizienz durch den Einsatz neuer Verbrennungsverfahren und Hybridtechnologien im Fokus, um dann mittel- und langfristig Schritt für Schritt von fossilen Kraftstoffen unabhängiger zu werden



und den CO₂-Ausstoß durch den Einsatz u. a. von Biokraftstoffen der 2. Generation und Wasserstoff in Verbindung mit Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle noch weiter zu reduzieren. CO₂-Einsparstrategien müssen neben dem einzelnen Fahrzeug auch den Verkehr als Gesamtsystem

Das Auto der Zukunft

Das Auto der Zukunft muss klimaneutral fahren. Der erste Schritt dazu ist die effizientere Nutzung fossiler Kraftstoffe durch die Optimierung konventioneller Antriebs- und Automobiltechnologien. Ein weiterer notwendiger Schritt ist ein effizienteres Management des Verkehrsflusses, denn Stauvermeidung bedeutet Kraftstoffeinsparung. Mittelfristig steht die Substitution fossiler durch biogene Kraftstoffe im Mittelpunkt. Langfristig könnten Automobile u. a. mit Brennstoffzellen und Batterien versorgte Elektromotoren angetrieben werden. Die Entwicklung zum emissionsfreien Auto muss daher in enger Verbindung mit einem umfassenden Konzept zur nachhaltigen Energieversorgung gesehen werden. Dabei spielen u. a. ökonomisch tragfähige Methoden zur Wasserstoffherzeugung unter Nutzung erneuerbarer Energien eine besonders wichtige Rolle.

betrachten. Das Potenzial eines effizienten Verkehrsmanagements für den Klimaschutz besteht und muss nun erschlossen werden. Es sind daher neue Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Verkehrsmanagementsysteme erforderlich, mit deren Hilfe der Verkehrsfluss optimiert werden kann.

Zusätzlich zu den genannten Maßnahmen und Innovationsallianzen wird die Bundesregierung im kontinuierlichen Dialog mit Wirtschaft und Wissenschaft weitere Initiativen starten, die zum Schutz des Klimas und zur Sicherung der Mobilität von Personen und Gütern beitragen.

Unter Federführung des BMWi wird derzeit ein neues Verkehrsforschungsprogramm der Bundesregierung erarbeitet. Es zielt darauf ab, Deutschland als Logistikdrehscheibe Europas weiter auszubauen, die individuelle Mobilität dauerhaft zu sichern und die Infrastruktur durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in ihrer Leistungsfähigkeit zu verbessern. Die Veröffentlichung des Programms ist für 2008 vorgesehen. Aktuell laufende bzw. in naher Zukunft startende Förderschwerpunkte des BMWi beschäftigen sich mit adaptiven und kooperativen Technologien für den intelligenten Verkehr, alternativen Antriebstechnologien, intelligenter Logistik im Güter- und Wirtschaftsverkehr und Seehafentechnologien. Durch die Erforschung und Entwicklung von innovativen Lösungen zur Verbrauchsreduzierung von Fahrzeugen und zur besseren Organisation des Verkehrsablaufs werden signifikante Beiträge zum Klimaschutz geleistet.

Der Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs hängt auch stark von seinem Gewicht ab. Als Faustformel gilt: Wiegt ein Fahrzeug 100 Kilogramm weniger, können 0,2 Liter Kraftstoff pro 100 Kilometer eingespart werden. Im Sinne des Klimaschutzes ist es also entscheidend, möglichst leichte Automobile zu entwickeln – ohne dabei Abstriche in puncto Sicherheit und Komfort zu machen. In einer konzertierten Initiative aus universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Materialwissenschaften sowie führenden Automobilherstellern und ihren Zulieferfirmen und unter Einbindung bereits laufender Fördermaßnahmen sollen neue multifunktionale Werkstoffe für den ressourceneffizienten Fahrzeugleichtbau der Zukunft entwickelt und umgesetzt

Innovationsallianzen zur CO₂-Reduktion im Automobil

Durch Innovationsallianzen unter den Stichworten „Automobilelektronik“, „Sichere Intelligente Mobilität – Testfeld Deutschland (SIM TD)“ und „Elektrische Energiespeicher“ kann die Hightech-Strategie zum Klimaschutz drei große Schritte auf dem Weg in Richtung CO₂-Reduktion im Bereich Automobil machen. Ob durch sparsame Motoren, elektronische Assistenten oder Kommunikation zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur – die Experten wollen nach Lösungen suchen, die zeitnah umgesetzt werden können und schnell klimafreundliche Resultate bringen.

Die Innovationsallianz „Automobilelektronik“, an der sich Automobilhersteller, Zulieferer und Wissenschaft beteiligen, trägt dank optimierter Abstimmung der einzelnen Fahrzeugkomponenten maßgeblich zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs bei. Bezogen auf den Umweltschutz lassen sich Fahrerassistenzsysteme einsetzen, die den CO₂-Ausstoß senken, indem z. B. Staus vermieden werden. Zusätzlich leisten die Verbesserung der Energiebilanz durch Energierückgewinnung und ein effektives Energiemanagement des Gesamtfahrzeugs einen wichtigen Beitrag. Elektronik wird auch die sukzessive Substitution von fossilen Primärenergiequellen durch erneuerbare Energien unterstützen. Diese Entwicklungen werden durch Forschungsaktivitäten im Bereich der Mikrosystemtechnik unterstützt. Beim Antriebsstrang, der auch in Zukunft noch mit dem Verbrennungsmotor als dem am weitesten verbreiteten Antrieb ausgestattet sein wird, werden elektronische Regelsysteme die Basis für die Optimierung sein. Daneben wird die Hybridtechnologie eine wichtige Rolle spielen und auch der reine Elektroantrieb lässt gewisse Potenziale erkennen.

Die Innovationsallianz „Sichere Intelligente Mobilität – Testfeld Deutschland (SIM TD)“ hat sich zum Ziel gesetzt, innovative Technologien für

die Vernetzung von Fahrzeugen untereinander (car-to-car communication) sowie zur Vernetzung von Fahrzeugen mit stationären Leitsystemen (car-to-infrastructure communication) zu entwickeln. Diese Technologien sind Basis für ein effizientes Verkehrsmanagement, das wichtige Beiträge zur umweltfreundlichen Verkehrslenkung und zur Verkehrssicherheit leistet. Den an dieser Innovationsallianz beteiligten Unternehmen aus der Automobilindustrie und aus der Kommunikationstechnik sowie den regionalen Behörden im Verkehrsbereich geht es um die Erforschung der technischen und marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Einführung der Fahrzeugkommunikation.

Elektrische Energiespeicher sind insbesondere für ein kohärentes, erfolgreiches Hybridkonzept sowie für den effizienten Einsatz der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ausschlaggebend. Ein zentrales Ziel der bereits beschriebenen bereichsübergreifenden Innovationsallianz zur Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Batterien ist daher auch die Entwicklung leistungsfähiger, kostengünstiger Batterien für den mobilen Einsatz im Fahrzeug. Die relevanten Akteure aus der Automobilindustrie werden sich aktiv an dieser Innovationsallianz beteiligen.

werden. Die Ergebnisse werden weit über den Kraftfahrzeugbau hinaus von Bedeutung sein. Auch Fahrzeuge für den Schienen-, Flugzeug- oder Schiffsverkehr ebenso wie beispielsweise Landmaschinen können durch Werkstoffinnovationen leichter und damit auch umweltfreundlicher gebaut werden. Derartige Werkstoffanwendungen sind von großer Komplexität und erfordern ein hohes Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit. Dies verschafft Deutschland technischen Vorsprung und spezifisches Know-how in einem der Leitmärkte der Zukunft.

Auch herkömmliche Motorentechnik bietet Raum für weitere Effizienzsteigerung. Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zielen darauf ab, die Vorteile des Ottomotors (geringe Emissionen) und des Dieselmotors (geringer Verbrauch) in der Verbrennung miteinander



zu kombinieren. Auf diesem Weg lassen sich Abgasemissionen und Verbrauch nochmals deutlich reduzieren. Zusätzliche Einsparungen im Kraftstoffverbrauch von bis zu 10% können durch ein intelligentes Energiemanagement erreicht werden. Ein großes Potenzial liegt dabei in der Effizienzsteigerung der Nebenaggregate und in der Nutzung thermischer Verlustenergie. Dabei spielt die Elektrifizierung der Antriebssysteme eine wichtige Rolle.

Es ist eines der Ziele der Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung, den Einsatz von Fahrzeugen mit Elektro- oder Hybridantrieb auszuweiten. Automobilindustrie und Bundesregierung arbeiten auch bereits gemeinsam in verschiedenen Programmen an der Entwicklung innovativer Antriebstechnologien. Insbesondere im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) fördert die Bundesregierung unter Federführung des BMVBS seit Mai 2006 die Marktentwicklung der noch jungen deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellenbranche.

Gestaltung eines nachhaltigen Luftverkehrssystems

Der Luftverkehr gewinnt für die Mobilität der Weltbevölkerung immer mehr an Bedeutung und entwickelt sich damit zum am schnellsten wachsenden Verkehrsträger. Wissenschaftliche Studien schätzen, dass sich das Luftverkehrsaufkommen in den nächsten 20 Jahren mehr als verdoppeln wird. Bei einem prognostizierten Anstieg des Luftverkehrs von 5 bis 7% pro Jahr ergeben sich für Deutschland als verkehrsreichstes Land Europas einerseits bedeutende Wachstums- und Beschäftigungspotenziale, aber andererseits auch zusätzliche Belastungen von Mensch und Umwelt. Um diese so weit wie möglich zu reduzieren, muss eine ambitionierte Effizienzstrategie verfolgt werden. Dazu ist vor allem der Einsatz neuer innovativer Technologien zur Verbrauchs- und Lärmreduzierung notwendig. Nur so wird es auch gelingen, die gesellschaftliche Akzeptanz dieser Art der Mobilität auf Dauer zu erhalten.

Damit sich dieser Zuwachs des Luftverkehrs nicht negativ auf die Umwelt auswirkt, muss verstärkt in die Forschung und Entwicklung eines nachhaltigen Luftverkehrssystems investiert werden. Die Ansatzpunkte zur Zielerreichung liegen dabei bei den Luftfahrzeugen selbst und im Management des Luftverkehrs. Im Luftfahrtforschungsprogramm fördert das BMWi daher die Entwicklung von Technologien für Luftfahrzeuge und Antriebe der nächsten Generation und leistet damit einen wichtigen Beitrag für die Schaffung eines nachhaltigen Luftverkehrssystems der Zukunft.

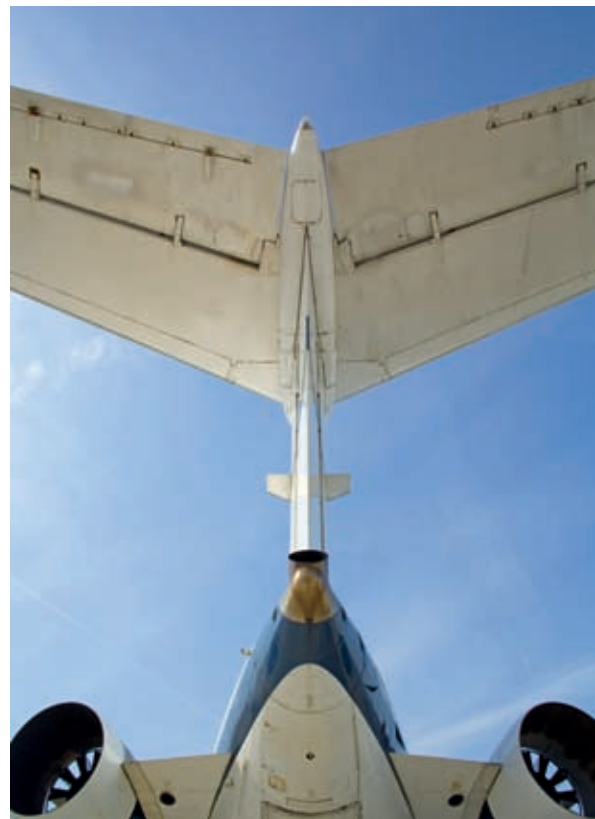
Die Branche spricht bereits von der Vision des emissionsfreien Fliegens. Bis dafür jedoch die technologischen und infrastrukturellen Voraussetzungen geschaffen werden können, ist die Erreichung der Ziele 2020 durch eine Verbesserung der derzeit verfügbaren Technologien vorrangig.

Innovationsmotoren für den Klimaschutz: Chemie und neue Materialien

Die Verzahnung von Chemieforschung und Materialwissenschaften mit Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auf anderen Technologiefeldern wurde in zentralen Berei-

chen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz bereits hergestellt. Diese Wechselwirkung ist für technologische Maßnahmen zum Klimaschutz von strategischer Bedeutung.

Grundlagenorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich der Chemie- und Materialforschung spielen als technologischer Schrittmacher eine entscheidende Rolle bei vielen Klimainnovationen. So machen Hochleistungsmaterialien und Systemleichtbau die Effizienzgewinne im Fahrzeugbau oder in der Kraftwerkstechnik durch neuartige Bauweisen, Werkstoffe und Technologien erst möglich. Auch Beispiele wie die Lithium-Ionen-Batterie oder Biokraftstoffe der 2. Generation machen deutlich: Eine ganze Reihe der aktuellen Innovationsallianzen oder Partnerschaften, die aktuell auf anderen Technologiefeldern der Hightech-Strategie zum Klimaschutz angegangen werden, wären ohne grundlegende Beiträge aus Chemie und Materialwissenschaften nicht denkbar. Wer sich also auch morgen noch auf den rasant wandelnden



Umweltschutzziele und die technologische Realisierbarkeit

Die Luftfahrtbranche setzt sich konkrete Umweltschutzziele bis zum Jahr 2020. Und zwar die Senkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs, der spezifischen CO₂-Emissionen und der Lärmbelästigung bei Start und Landung um jeweils 50% sowie die Senkung des spezifischen NO_x-Ausstoßes um 80%. Durch diese Zielvorgaben soll die absolute Zunahme der Emissionen infolge des prognostizierten Zuwachses des Luftverkehrs reduziert werden.

Die Senkung der klimaschädlichen Emissionen wird bei den einzelnen Luftfahrzeugen hauptsächlich durch die Reduzierung des Treibstoffverbrauches erreicht. Dabei ist es notwendig, die Entwicklungspotenziale im Bereich der Flugzeugstruktur (Rumpf und Flügel) und der Antriebstechnik optimal miteinander zu verbinden. Wesentlich ist auch hier der Einsatz neuer, leichter Materialien, die eine deutliche Verringerung des Gewichtes und damit des Treibstoffverbrauches ermöglichen, ohne Passagierkomfort oder Sicherheit zu beeinträchtigen. Moderne Faserverbundbauweisen der nächsten Generation versprechen hier ein Gewichtsreduktionspotenzial von bis zu 30%, wobei sie nur etwa 60% der Kosten herkömmlicher Strukturen erzeugen.

Zusätzlich bietet der Antriebsbereich ein großes Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Senkung klimaschädlicher Emissionen. Neben der weiteren Verbesserung der reinen Antriebseffizienz wird derzeit an Konzepten zur besseren Verbrennung von herkömmlichen Treibstoffen (Magerverbrennung) gearbeitet. Langfristige Konzepte untersuchen darüber hinaus den Einsatz von erneuerbaren bzw. synthetischen Treibstoffen für den Antrieb von Luftfahrzeugen. Des Weiteren wird z.B. erforscht, wie Brennstoffzellen zur Erzeugung von Bordstrom und Brauchwasser oder als Energielieferanten für den emissionslosen Rollbetrieb am Flughafen eingesetzt werden können.

Märkten für Klimaschutztechnologien behaupten will, muss heute in diese Bereiche investieren. Dazu verfolgt die Hightech-Strategie zum Klimaschutz zahlreiche viel versprechende Ansätze.

Innovative Leuchtstoffe und Leuchtdioden sind ein Beispiel für die außergewöhnlichen Möglichkeiten, die sich dank technologischer Innovationen aus der Chemie für den kostengünstigen Klimaschutz in der Breite ergeben. Knapp ein Fünftel der elektrischen Energie, die wir weltweit verbrauchen, nutzen wir für Beleuchtung. Ein Großteil davon verpufft ungenutzt als Wärme, weil herkömmliche Glühbirnen relativ ineffizient arbeiten. Lumineszierende Leuchtstoffe dagegen haben sowohl eine höhere Energieeffizienz als auch eine wesentlich längere Lebensdauer. Mit der Initiative zu organischen Leuchtdioden (OLEDs) investiert das BMBF bereits heute in großem Maßstab in eine Innovationsallianz auf diesem Gebiet. Beteiligt sind alle wesentlichen industriellen Partner der Wertschöpfungskette. Die Förderung soll im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz fortgeführt werden.



Klimaschutzpotenziale von Gebäuden realisieren

In unserer unmittelbaren bebauten Umgebung, in Wohnhäusern, Büros und Fabriken, gibt es ein enormes energetisches Sparpotenzial. Etwa 40% des Energieverbrauchs und 20% der CO₂-Emissionen in Deutschland sind auf Gebäude zurückzuführen. Dabei werden zurzeit jährlich ca. 170 Millionen Tonnen CO₂ emittiert. Im Bereich Gebäude und private Haushalte lassen sich langfristig erhebliche klimawirksame und wirtschaftliche Einsparpotenziale erschließen.

Bei der Sanierung des Gebäudebestands sind zweifelsohne die größten Effekte zu erzielen. Gerade bei der Altbau-sanierung besteht eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Energieeinsparung. Altbauten können auch mit bereits vorhandenen Technologien klimafreundlich nachgerüstet werden. Durch die Weiter- und Neuentwicklung von Dämmstoffen, Materialien, Konzepten und Verfahren kann das Spektrum noch deutlich erweitert werden.

Genauso wichtig ist es, den Bedarf an qualifiziertem Personal zu decken, das für die Beratung und Ausführung energieoptimierter Neubauten und Sanierungen mit vorhandenen Technologien zur Verfügung steht. Eine flächendeckende Umsetzung bereits bestehender Technologien im Bereich effizienter Energienutzung und regenerativer Energieversorgung scheitert daran, dass die Schnittstellen zwischen diesen Einzeltechnologien teilweise nur mit Expertenwissen zu meistern sind. Die Aus- und Weiterbildung von Fachpersonal muss auf allen Ebenen den hohen Anforderungen angepasst werden. Auch zentral gesteuerte Aufklärungs- und Informationskampagnen sowie einfache Planungshilfen für Architekten und Ingenieure können zur Sicherstellung einer raschen und breiten Anwendung beitragen. Hier leistet das BMWi im Rahmen des Fachprogramms „Energieoptimiertes Bauen“ schon heute wichtige Beiträge.

Die Planung und Ausführung in Neubau und Bestand kann durch die Entwicklung von so genannten intelligenten Modulen („Smart Modules“) erheblich vereinfacht werden. Das sind vorgefertigte und teilweise vormontierte Bausätze, die auf bestimmte Größenordnungen und Randbedingungen abgestimmt sind und durch



überwiegend standardisierte Montage- und Kopplungselemente bedienerfreundlich in eine sinnvolle Kombination gebracht werden können. Sie ermöglichen eine energieeffiziente Steuerung und Regelung des Gesamtsystems ebenso wie die effiziente Kopplung verschiedener Systeme, wie z.B. Heizthermen mit Solar- und Geothermiequellen, oder die Einbindung von dezentralen Stromerzeugungsgeräten (Klein-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen) und Haushaltgeräten. Auch die oft schwierige Kopplung von alten und neuen Systemen kann auf diese Weise erleichtert werden. Noch gibt es keine marktübergreifenden Bestrebungen, solche Module zu entwickeln. Eine erfolgreiche Umsetzung der intelligenten Module wäre jedoch eine maßgebliche Grundlage für die flächendeckende Realisierung der Klimaschutzpotenziale im Bausektor mit internationalem Vermarktungspotenzial. Im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz sollen daher Forschungsverbände gefördert und eine strategische Partnerschaft zwischen Bauindustrie, technischen Universitäten und anderen relevanten Partnern aufgebaut werden, um den Grundstein für die Technologie- und Marktführerschaft Deutschlands auf diesem Gebiet zu legen.

Die Forschungsverbände sowie die ab 2008 startende strategische Partnerschaft für ressourceneffiziente Gebäude werden innerhalb der nächsten Jahre innovative, energiesparende Technologien in Projekten anwenden und marktreif umsetzen. Zentrale Forschungsfragen betreffen passive Kühlung und Wärmeversorgung, die

Auf dem Weg zu energieeffizienten Gebäuden

Es gibt eine Reihe viel versprechender Ideen zum Energie- und Ressourcensparen im Gebäudereich. Einige dieser Ansätze sind bereits in der Erprobungsphase oder finden punktuell Anwendung. Gleichwohl existiert erheblicher Forschungsbedarf sowohl im Hinblick auf Materialien, Baukonstruktionen und Energieumwandlung als auch hinsichtlich der Instrumente zur Umsetzung der großen Potenziale. Die wichtigsten Stellschrauben zur CO₂-Reduzierung sind (a) Dämmung, Speicherung, Baustoffherstellung und Baukonstruktion, (b) intelligente Module und Anlagentechnik, (c) energieoptimierte Gebäude und (d) Altbausanierung. Diese stehen daher im Fokus des Forschungsprogramms „Energieoptimiertes Bauen“ des BMWi. Darüber hinaus wird der gesamte Lebenszyklus – also nicht allein die Betriebsphase, sondern auch die Herstellung, der Transport, die Verarbeitung und die Entsorgung – betrachtet. Als flankierende Maßnahme wird dem Thema Aus- und Weiterbildung im Forschungsprogramm „Energieoptimiertes Bauen“ ebenfalls besonderes Gewicht beigemessen.

entsprechenden Speichertechnologien, Gebäudehüllen und Bautechniken sowie die Auslegung von Gebäuden auch für Extremwetterbedingungen. Für die Optimierung bezüglich der Kosten, Ressourcen und Umweltwirkungen müssen zudem praxis- und industrietaugliche Berechnungswerkzeuge über den gesamten Lebenszyklus entwickelt werden. Auf der Basis einer breiten Plattform für eine Vielzahl am Bau beteiligter Akteure soll die Machbarkeit von integrierten Baukonzepten für energieoptimierte Gebäude demonstriert und so ein Innovationsschub bei der Energie- und Ressourceneffizienz induziert werden.

Die Landschaft mit dem Klima wandeln

Der Klimawandel verändert unsere Landschaften schon heute. Er wird für Land- und Forstwirte bereits in Form von zum Teil extremen Veränderungen des regionalen

Klimas spürbar. In der Konsequenz ergeben sich im land- und forstwirtschaftlichen Sektor bereits aktuell Produktionsrisiken, während sich deren Bewältigungsansätze noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium befinden.

Gleichzeitig nehmen Veränderungen in der Landnutzung Einfluss auf unser Klima. Eine anhaltende Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke verstärkt den urbanen Wärmeinseleffekt, erhöht den CO₂-Ausstoß durch Siedlungsdispersion mit vermehrtem Pendleraufkommen, verändert das Einstrahlungsrückstrahlvermögen von Oberflächen, fördert Extremwitterungen und vermindert die CO₂-Fixierung im humosen Boden.

Die Art und Weise, wie Landnutzung betrieben wird, kann somit auch eine entscheidende Rolle bei der Frage spielen, ob Landschaften als CO₂-Quelle oder CO₂-Senke fungieren. Hierbei geht es um die Wechselwirkung zwischen Anbausystemen und ihrem langfristigen Einfluss auf Art und Umfang der Kohlenstoffspeicherung. Wälder und Meere speichern die größten Mengen des Klimagases. Doch die Speicherkapazität des Bodens kann möglicherweise ebenfalls durch entsprechende Bearbeitung erhöht werden, beispielsweise durch Humusanreicherung.



Das „Null-Energie-Haus“

Das Haus der Zukunft passt sich an klimatische Rahmenbedingungen an. Im Sommer bietet es Sonnenschutz und speichert die überschüssige Energie, im Winter erzeugt es Wärme und nutzt passiv die Solarenergie. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die Wärmedämmung. Spezielle Dämmmaterialien mit gesteigerter Leistungsfähigkeit wie hyperdämmende Materialien sowie speicherfähige Baustoffe sollen verhindern, dass Energie ungenutzt entweicht. Auch in der Herstellung oder beim Recycling von Bauteilen kann Energie gespart werden. Wenn beispielsweise die Fertigteilelemente eines fünfstöckigen Gebäudes wiederverwendet werden, lassen sich 1,4 Millionen Kilowattstunden Primärenergie sowie 322 Tonnen CO₂ vermeiden und die Rohbaukosten im Neubau um 25 % senken. In enger Kooperation mit der Materialwissenschaft und der chemischen Forschung will daher eine Forschungspartnerschaft innerhalb der Bauwirtschaft eine Reihe grundlegender Innovationen anstoßen und zügig in Hausbau und Sanierung integrieren. Transparente Wärmedämmung, solare Energiegewinnung und dezentrale Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung – mit solchen Mitteln werden im Rahmen des Forschungsprogramms „Energieoptimiertes Bauen“ des BMWi künftig Modellsanierungsprojekte durchgeführt und z.B. Gebäude im Bestand als „Null-Energie-Haus“ umgestaltet werden.

Ob Anpassung oder Klimaschutz: Der Klimawandel schärft den Blick für konkurrierende Nutzungsansprüche in der Landnutzung. Auch die Biomasseproduktion zur energetischen und stofflichen Nutzung wird dabei zunehmend kontrovers gesehen, gerät sie doch in Konflikt mit der auf Nahrungsmittel- und Futtermittelproduktion ausgerichteten konventionellen Landwirtschaft und birgt das Risiko eines erhöhten Ausstoßes von Treibhausgasen unter ungünstigen Produktionsbedingungen. Die Biomasseproduktion zur energetischen und stofflichen Nutzung muss sich damit der Betrachtung ihrer Klimaver-

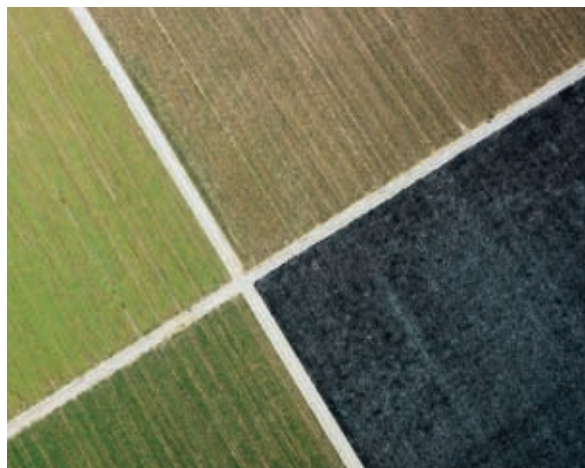
Auf dem Weg zu Klimaschutz durch Landschaftsmanagement

Landschaftsmanagement kann einen substanziellen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Dazu müssen zunächst die grundsätzlichen Mechanismen und Wechselwirkungen im Zusammenspiel von Landschaft und Klima besser verstanden werden. Auf dieser Basis sollen nachhaltige Landnutzungsmethoden und -technologien erforscht werden, die ein Management der Landschaft im Hinblick auf Ziele des Klimaschutzes ermöglichen. Der langfristige Einsatz dieser Methoden und Technologien hängt davon ab, wie gut es gelingt, die Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren und Nutzungsinteressen in integrierten Landschaftssystemen miteinander in Einklang zu bringen.

träglichkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Anbau bis zur Verwertung stellen.

Zusammengefasst stellt sich in Anbetracht dieser Entwicklungen die Frage nach einer Anpassung traditioneller forst- und landwirtschaftlicher Nutzungssysteme an die veränderten Rahmenbedingungen.

Neuartige Landnutzungssysteme setzen zum Anbau von Biomasse für energetische Verwertung verstärkt auf



bisher nicht genutzte Flächen. Die Möglichkeiten des Anbaus auf diesen Flächen werden nicht in vollem Maße ausgeschöpft. Forschungsvorhaben widmen sich daher der Erschließung vormals nicht landwirtschaftlich genutzter Flächenpotenziale, z. B. durch die Schaffung von Energiegärten, die eine effiziente Mehrfachnutzung ermöglichen, sowie durch die Nutzung städtischer Freiflächen oder von Brachflächen ehemaliger Kohleabbaugebiete. Dabei stehen Methoden und Techniken im Mittelpunkt, die die kostengünstige Aufbereitung vormals nicht landwirtschaftlich genutzter Flächen ermöglichen und die Hindernisse durch z. B. Planung und traditionelle Landwirtschaft minimieren.

Zum Teil fehlen auch entsprechend angepasste Techniken bzw. Technologien im Bereich von Anbau, Ernte und Weiterverarbeitung nachwachsender Rohstoffe. Die für solche Bedingungen modifizierte landwirtschaftliche Erntetechnologie befindet sich noch im Entwicklungsstadium. Es geht darum, aufbauend auf dem bereits vorhandenen Know-how eine robuste Erntetechnologie zu

Landschaften für den Klimaschutz

Für die Land- und Forstwirtschaft stellt sich die Frage nach dem angemessenen Umgang mit dem Klimawandel auf besondere Weise. Der Kanon teils widersprüchlicher Interessen an der Nutzung der Landschaft wird um die Frage erweitert, wie die Anpassung an den Klimawandel bei gleichzeitigem Beitrag zum Klimaschutz gelingen kann. Mit Blick auf die Produktion nachwachsender Rohstoffe für die energetische und stoffliche Wandlung gewinnen dabei neue Nutzungsansätze an Bedeutung, nicht zuletzt um Ansprüchen der existierenden Kulturlandschaft zu genügen. In Fragen der Anpassung werden Systemansätze mit neuartigen Technologien diskutiert, die es im Zusammenspiel der einzelnen Komponenten ermöglichen, beispielsweise flexibel auf lokale Gegebenheiten von Bodenbeschaffenheit oder Wasserhaushalt zu reagieren oder extremen Trockenperioden oder Stürmen besser Widerstand leisten.

Bisher existieren für Deutschland keine belastbaren Daten, um die Klimaschutz- und Anpassungswirkung unterschiedlicher land- und forstwirtschaftlicher Nutzungssysteme bewerten zu können. Hier setzt die Hightech-Strategie zum Klimaschutz an. Im Mittelpunkt einer strategischen Partnerschaft im Hinblick auf neuartige Landnutzungssysteme steht die Frage, wie durch Landnutzung dem Klimawandel entgegengewirkt und auf Veränderungen des Klimas reagiert werden kann. Für die Partnerschaft von unterschiedlichen Branchen der Land- und Forstwirtschaft sowie Forschungseinrichtungen und Verbänden steht dabei im Vordergrund, grundlegende Forschungsaufgaben koordiniert anzugehen und die kurzfristige Umsetzung von Systeminnovationen wie z. B. Agroforstsystemen und angepassten Nutzungstechnologien mit hohem globalem Marktpotenzial zu fördern.

entwickeln, mit der ein wesentlicher Beitrag zur Nutzung der vorhandenen Freiflächen für den Anbau holzartiger Biomasse geleistet werden kann. Entsprechende Landnutzungssysteme erzielen für einen begrenzten Zeitraum durch die erhöhte Kohlenstoffspeicherung im Oberboden und der unterirdischen Biomasse bereits positive Klimaschutzeffekte und ermöglichen über die Auswahl an den Standort angepasster Baumarten zudem eine Adaptation an Wetterextreme.

Neben der Anpassung von Landnutzungssystemen und Technologien werden in enger Abstimmung mit den Arbeiten im Innovationsfeld „Pflanze“ der übergeordneten Hightech-Strategie für Deutschland auch Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf den Weg gebracht, mit denen die Stresstoleranz von Pflanzenarten gegenüber verschiedenen Einflüssen gezielt verbessert werden kann. Nutzpflanzen müssen in Zukunft nicht nur besser mit Phänomenen wie Wasserknappheit oder hohen Windgeschwindigkeiten klarkommen. Es geht auch um eine verbesserte Resistenz gegen Schädlingsbefall, der sich durch den Klimawandel in vielen Fällen erhöht. Besonders interessant sind Pflanzen, die sowohl ertragreich als auch besonders widerstandsfähig sind. Ebenso interessant



sind Pflanzen, die sich besonders gut als Rohstofflieferanten der Zukunft eignen. Letztlich geht es darum, eine größere Auswahl an Sorten für unterschiedliche Nutzungen verfügbar zu machen. Diesem Ziel kann man sich von zwei Seiten nähern: Eine Möglichkeit besteht darin, durch Pflanzenzüchtung die Merkmale bestehender Nutzpflanzen zu optimieren, die andere darin, sich einen systematischen Überblick über die vielen verschiedenen genetischen Eigenschaften und Möglichkeiten von Nutzpflanzen zu Land und zu Wasser zu verschaffen und diese je nach Potenzial und Umweltverträglichkeit nutzbar zu machen. Besondere Innovationspotenziale liegen dabei in der Vernetzung von Pflanzen genomforschung und Systembiologie mit Pflanzenbiotechnologie, Bioenergie, Pflanzendesign und der Nutzung anderer innovativer und nachhaltiger Formen der Biomasseproduktion. Das BMBF kooperiert in diesem Bereich mit dem BMELV und dem BMU.

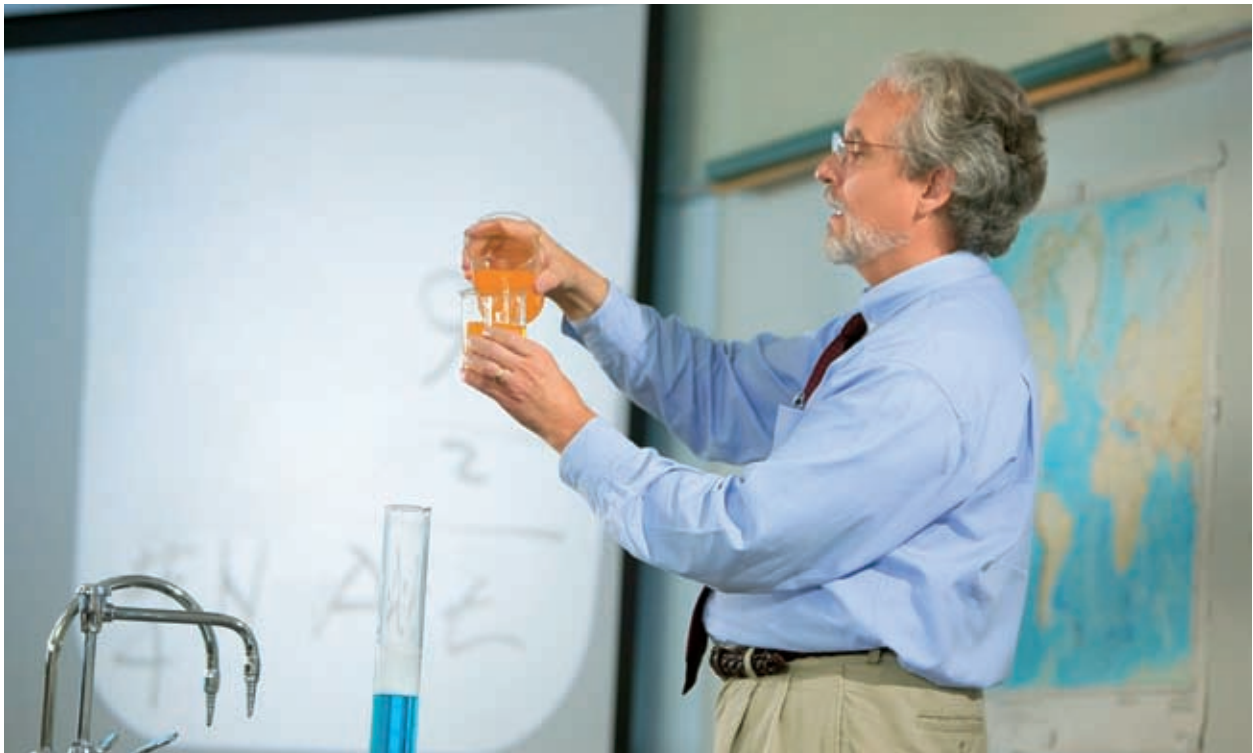
Schließlich kann ressourceneffiziente Landnutzung auch über gut verdichtete Siedlungstypen erreicht werden. Gleichzeitig haben solche Siedlungstypen in der Regel weniger Mobilitätsbewegungen zur Folge. Auch klimapolitisch ist daher eine neue Philosophie des Städte- und Siedlungsbaus gefragt. Die konzentrierte Stadt unter

effizienter Ausnutzung der Vorteile verschachtelten Wohnens, einer zentralen Energieversorgung, dem weitgehenden Verzicht auf motorisierten Verkehr innerhalb des Siedlungskerns und dem räumlich möglichst engen Zusammenwirken von Wohnen, Konsum und Arbeiten sind die in diesem Kontext wieder neu diskutierten Stichworte. Es geht also um die Kombination aus verdichtetem Bauen und emissionsarmen, autofreien Quartieren mit eigenständiger Energieversorgung aus Blockheizkraftwerken und Kraft-Wärme-Kopplung unter konsequenter Einbindung der Verwendung und Produktion von erneuerbaren Energien sowie Nah- und Fernwärmenetzen.

Zahlreiche technische Lösungen können hier auch den Standort Deutschland als Hightech-Land für zukunftsweisende Energienutzung stärken.

4. Wissen nutzbar machen

Entscheidungsgrundlagen für eine Welt im Wandel



Was bedeutet der Klimawandel für die Entscheidungen, die täglich in Wirtschaft, Wissenschaft und Politik getroffen werden? Mögliche Veränderungen infolge des Klimawandels müssen in Zukunft bei vielen strategischen Entscheidungen in Betracht gezogen werden. Das heißt für Unternehmen zu klären, wie der Klimawandel die Rahmenbedingungen ihrer Investitionsentscheidungen oder die Entwicklung ihrer Märkte beeinflusst. Land- und Forstwirte nehmen für ihre Anbauplanung die klimatischen Veränderungen ihrer Region in den Blick. Tourismus, Wasserwirt-

schaft, Infrastrukturplanung von Verkehrsunternehmen – viele Branchen und Bereiche sind betroffen. Auch die Politik benötigt verlässliche Prognosen und eine sinnvolle Einordnung der aus Klimamodellen stammenden Daten, um den gesellschaftlichen Wandel in Konsequenz der globalen Erwärmung gestalten zu können.

Obwohl die globale Erwärmung mittlerweile in praktisch allen Lebensbereichen eine Rolle zu spielen beginnt, fehlt Entscheidungsträgern in der Regel das Verständnis für den kompetenten Umgang mit den Daten aus Klimaprojektionen. Künftige Klimabedingungen für bestimmte Regionen und Zeiträume können mit Hilfe der umfang-

reichen Ergebnisse der Klimasystemforschung zwar abgeschätzt werden, jede Methode hat dabei aber Stärken und Schwächen, geht von bestimmten Annahmen aus und kommt daher zu spezifischen Aussagen. Diese Einschränkung ist von großer Bedeutung für die Nutzung verschiedener Klimaszenarien.

Wir ebnen den Weg für kompetente strategische Entscheidungen

Es besteht also ein erheblicher Beratungs- und Interpretationsbedarf, damit aus Ergebnissen der Klimasystemforschung eine aussagekräftige Grundlage für Entscheidungen in ganz unterschiedlichen Bereichen werden kann. Außerdem ist es wichtig, Daten zielgerichtet aufzubereiten und in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen, aber auch spezifisch benötigte Daten zu generieren. Nur so können Informationen zweckmäßig in strategische Planungen einfließen.

Auch an diesem Punkt setzt die Hightech-Strategie zum Klimaschutz an: Sie hat sich die Verbesserung der Informations- und Beratungsmöglichkeiten zur zentralen Aufgabe gemacht.



Das Climate Service Center (CSC)

Das CSC wird mit Kompetenzen und Ressourcen in allen für die Aufgabe wesentlichen Bereichen wie Klimaforschung, Kommunikation und technische Umsetzung ausgestattet. Das CSC wird dabei nicht in Konkurrenz mit bestehenden Forschungseinrichtungen treten, sondern in das bestehende Netzwerk der Vielzahl von Institutionen, die in Deutschland bereits erfolgreich zu Fragen des Klimawandels und seinen Folgen arbeiten, eingepasst werden. Durch eine intensive Kommunikation mit den Nutzern und Wissenschaftlern und durch eine klare Orientierung entlang der Nachfrage wird das CSC Klimadaten in Form von bedarfsgerechten Produkten aufbereiten und bei deren Nutzung beraten können. Es wird dazu auch beispielsweise die routinemäßige operationelle Erstellung von globalen und regionalen Klimaszenarien und -vorhersagen übernehmen sowie wichtige, übergeordnete Forschungs- und Entwicklungsarbeiten koordinieren. Ergebnisse aus diesen Aktivitäten werden auf vielfältige Weise verbreitet und erläutert werden. Dank der Möglichkeiten des CSC lassen sich Forschungsergebnisse besser vermarkten. Zudem kann bei den Nutzern des CSC ein Bewusstsein für den Wert dieser Informationen geschaffen werden.

Die Erkenntnisse der Klimaforschung sollen allen Bereichen des öffentlichen Lebens leicht zugänglich gemacht und der richtige Umgang mit den wissenschaftlichen Aussagen zum Klimawandel soll gefördert werden. Dazu muss die Lücke zwischen der Klimasystemforschung und den Nutzern der Klimadaten auf sorgfältig durchdachte Weise ausgefüllt werden. Dies gelingt am besten, wenn eine kompetente Institution das dezentral vorhandene Wissen und eine Beratung als Dienstleistung aus einer Hand anbietet und damit als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Akteuren der grundlagenorientierten Klimaforschung und der konkreten Anwendung fungiert.

Das BMBF etabliert zu diesem Zweck das Climate Service Center (CSC). Grundprinzip des CSC ist die Kundenorien-



tierung mit einer engen Anbindung an die deutsche Spitzenforschung. Daraus wird es seine entscheidende Stärke als Kompetenzzentrum und Mittlerinstanz zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik beziehen.

Als nationales Dienstleistungszentrum mit flexiblen Instrumenten der Informationsvermittlung verschafft das BMBF Entscheidungsträgern in Wirtschaft und Politik die Möglichkeit, die prognostizierten Veränderungen des Klimas besser in Planungsprozesse und Investitionsstrategien einzubeziehen. Das CSC und das vom Bundesumweltministerium beim Umweltbundesamt eingerichtete Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass), das sich auf die Synthese, Aufbereitung, Kommunikation und Vernetzung von Fachwissen zu Klimafolgen und Anpassung konzentriert, werden sich bei dieser Aufgabe ergänzen. Auch wissenschaftliche Nutzer und Ingenieure der Hochtechnologien, die Deutschland durch maßgeschneiderte und sachgerecht eingeordnete Daten auch in Zukunft zu wichtigen Wissensvorsprüngen verhelfen können, werden zu den Kunden des CSC gehören. Die Entwicklungen in der Klimawissenschaft selbst werden vorangetrieben, indem die gelieferten Daten und Produkte durch den Rücklauf aus der Anwendung ständig überprüft und zur Weiterentwicklung von Klimamodellen genutzt werden können.

Finanzwirtschaft als strategischer Partner im Klimaschutz

Investoren und Entscheidungsträger in Banken, Versicherungen und weiteren Finanzdienstleistern tragen eine besondere Mitverantwortung für erfolgreiche Klimaschutz- und -anpassungsstrategien. Ohne das erforderliche Kapital sowie die erforderlichen Kredite, Versicherungen und Investitionen werden sich die Innovationen nicht in Produkte und Leistungen verwandeln, und sich die globalen Märkte nicht erobern lassen.

Spezifische Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen sind erforderlich, um die Finanzwirtschaft zu befähigen und darin zu unterstützen, Innovatoren und Anwender in den verschiedenen Branchen bei der Umsetzung der anspruchsvollen Ziele zu begleiten.

Insbesondere geht es um die Weiterentwicklung entsprechender Informationssysteme und die Entwicklung von Methoden zur Integration von neuen Aspekten in die Bewertung von Unternehmen, Projekten und Technologien. Es geht auch um begleitende volkswirtschaftliche Analysen, um eine bessere Vernetzung der Investoren mit den Innovatoren und Anwendern sowie um einen Transfer der Erfahrungen und Best Practice in die Breite.

Um eine effiziente und effektive Klimapolitik zu realisieren, die dem Standort Deutschland und den hier ansässigen Unternehmen optimal nützt, ist der Bundesregierung daher im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz die Kooperation mit den Finanzmarktakteuren in Deutschland ein vordringliches Anliegen. Führende Finanzdienstleister haben diese Initiative aufgegriffen.

Viele Finanzdienstleister haben den Klimawandel bereits als zentrale Herausforderung für ihre strategische Geschäftsentwicklung erkannt. Sie haben daher auf nationaler wie internationaler Ebene Initiativen gestartet und unterstützt, um entsprechende Kompetenzen auszubauen sowie Produkte und Leistungen zu entwickeln, die dem Klimawandel Rechnung tragen. Der Klimawandel stellt für die Finanzwirtschaft allerdings nach wie vor eine besondere Herausforderung hinsichtlich der Abschätzung zukünftiger Chancen und Risiken dar. Die Möglichkeiten der Erwartungsbildung und Kalkulation sollen daher

verbessert werden. Die Förderung von öffentlichen Informationssystemen sowie einschlägiger Forschung und Entwicklung kann einen erheblichen Beitrag zur Markttransparenz leisten, ohne die der Kapitalmarkt seine Aufgabe der effizienten Allokation von Kapital nicht erfüllen kann.

Die Bundesregierung ist daher mit der Finanzwirtschaft in einen Dialog über Chancen und Risiken des Klimawandels getreten. So hat etwa das BMU auf einer Finanzdienstleisterkonferenz mit über 150 Vertretern von Banken, Versicherungen und Investmentgesellschaften aus dem In- und Ausland über Chancen und Risiken diskutiert. Ergebnisse flossen in das Ministertreffen im Rahmen des Gleneagles-Dialogs unter deutscher G8-Präsidentschaft im September 2007 in Berlin ein. Dieses Treffen der Umwelt- und Energieminister der 20 Länder mit dem größten Energieverbrauch befasst sich auch mit Investitionen für eine nachhaltige Energieversorgung.

Das BMBF wird im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz einen Beitrag dazu leisten, dass der Finanzmarkt die bestmögliche Transparenz bezüglich des Klimawandels und der sich daraus ergebenden technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen erhält. Das Thema Klimawandel stellt damit eine grundsätzlich neue Herausforderung an die „Informationsarchitektur“ des Finanzmarktes dar. Für Finanzdienstleister geeignete Klimainformationen stehen in der Regel nicht einfach zur Verfügung, denn die entsprechenden Daten aus der Klimaforschung müssen erst auf den Bedarf des Finanzmarktes zugeschnitten und durch weitere Marktdaten ergänzt werden. Das ist eine Aufgabe, deren Lösung noch einiger Forschung und Entwicklung bedarf. Um die Nachfrage der Finanzwirtschaft zu decken, ist eine bessere Vernetzung einschlägiger Forschungseinrichtungen und der Finanzwirtschaft erforderlich. In enger Kooperation mit den entsprechenden Kompetenzzentren wie z. B. dem CSC soll daran gearbeitet werden, die erforderlichen Informationssysteme auszubauen und über eine geeignete Architektur mit anderen Informationslieferanten zu vernetzen.

Darüber hinaus verfolgt die Hightech-Strategie zum Klimaschutz das Ziel, am Standort Deutschland die Perspektive der Finanzdienstleister früher und besser in technologische Innovationsprozesse einzubinden, um die

Umsetzung erfolgversprechender Ideen zu beschleunigen. Es werden daher mit den Partnern der Technologie- und Anwendungsfelder entsprechende Forschungs Kooperationen entwickelt.

Finanzforum: Klimawandel

Das BMBF und die deutschen Finanzdienstleister haben im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz das Finanzforum: Klimawandel ins Leben gerufen. Es erlaubt die enge Kopplung von finanzwirtschaftlicher Expertise mit naturwissenschaftlicher, technischer und ökonomischer Forschung und bietet die Möglichkeit, einen effektiven Lernprozess anzustoßen, der für den Standort Deutschland und auch international von großer Bedeutung ist. Im Finanzforum: Klimawandel sollen die erforderlichen Maßnahmen zum Erreichen der gemeinsamen Ziele abgesprochen, evaluiert und Wege der Umsetzung abgestimmt werden. Auf diese Weise können Finanzmärkte dazu beitragen, Kosten und Nutzen von Klimaschutz- und Klimaanpassungsstrategien zu optimieren und die Chancen, die die technologischen Entwicklungen bieten, noch besser zu nutzen.

5. Verantwortung wahrnehmen

Weltweit Zukunft mitgestalten



Kein Land ist von den Herausforderungen des Klimawandels alleine betroffen, keines ist ausgenommen.

Deutschland kann dank seiner Forschungs- und Innovationskraft sowie seiner Fähigkeit zu technischem Fortschritt bei der Lösung dieser Aufgaben weltweit eine wichtige Rolle spielen. Die Rahmenbedingungen dafür werden aber nicht isoliert im nationalen Kontext geschaffen. Die globale Dimension der Aufgabe verlangt nach neuen Wegen der internationalen Zusammenarbeit.

Deutschland als verlässlicher Partner auf dem „Zukunftsmarkt Klimaschutz“

Als bedeutende Industrienation steht Deutschland in der besonderen Pflicht, Schwellen- und auch Entwicklungsländer aktiv in den Klimaschutz einzubinden. Aufstrebende Volkswirtschaften wie China oder Indien sind heute schon maßgeblich am Ausstoß klimaschädlicher Emissionen beteiligt. Deshalb gilt: Für jene Länder, die aufgrund ihrer ökonomischen Entwicklung nicht nur als Märkte, sondern auch beim Klimaschutz eine globale Bedeutung erlangen, muss die Bundesregierung als verlässlicher Partner auftreten. Die Verbreitung von Know-how und Spitzentechnologie aus Deutschland kann und soll entscheidend dazu beitragen, die dynamische Wirtschaftsentwicklung in Schwellen- und Entwicklungsländern nachhaltig zu gestalten. Grenzüberschreitende Zusammenarbeit bei der Entwicklung und Anwendung neuer Technologien spielt eine zentrale Rolle im Hinblick auf die Bewältigung der globalen Erderwärmung.

Die Entwicklung neuer Verfahren und Anwendungen ist aber natürlich nicht nur für den Klimaschutz relevant, sie eröffnet deutschen Unternehmen auch hervorragende Chancen auf einem der wichtigsten Technologiemarkte. Ob nachwachsende Rohstoffe, effiziente Geräte oder alternative Energien – umweltfreundliche Technik aus Deutschland ist weltweit gefragt. Schon heute stammen fast ein Fünftel der weltweit verkauften Umwelttechnologien aus Deutschland. Unsere klimafreundlichen Technologien sollen auch in Zukunft zu Exportschlägern werden, um mit diesem Erfolg den Industriestandort Deutschland langfristig zu sichern.

Die Hightech-Strategie zum Klimaschutz im internationalen Dialog umsetzen

Mit der Hightech-Strategie zum Klimaschutz initiiert das BMBF einen Prozess, dessen Wirkung sich nicht nur national, sondern vor allem auch international entfalten wird.

Neue Allianzen, insbesondere mit den großen Schwellenländern, aber auch im transatlantischen und transpazifischen Dialog sind Voraussetzung dafür, innovative und angepasste Lösungen weltweit anbieten und durchsetzen zu können. Diese neuen Allianzen sollen die bereits bestehenden Technologiepartnerschaften und Initiativen, beispielsweise auch unter dem Dach der UN-Klimarahmenkonvention, sinnvoll ergänzen.



Der Export von Produkten und Fachwissen ist dabei nur ein wichtiger Aspekt. Ebenso wichtig ist, dass Innovationsallianzen besonders mit den Schwellenländern als wechselseitiger Lernprozess verstanden und gemeinsam entwickelt werden. Die Bundesregierung sieht diese Staaten als Partner „auf Augenhöhe“. Das Fundament ist eine globale Verantwortung, die die Rolle der Industrienationen in der Vergangenheit ebenso anerkennt wie den klimapolitischen Handlungsbedarf aller Regierungen in Gegenwart und Zukunft. Wir wollen Perspektiven entwickeln, in denen es keine Verlierer gibt – etwa indem Partnerländer bei der Entwicklung und nachhaltigen Gestaltung ihrer Volkswirtschaften von klimaeffizienten Technologien aus Deutschland profitieren und gleichzeitig deutsche Forschungsinstitutionen und Unternehmen wichtige Impulse aus neuen Märkten aufnehmen können.

„Sustainable Solutions“ im Dialog mit Schwellenländern

Das BMBF übernimmt die Initiative im forschungspolitischen Dialog mit wichtigen Gruppen von Schwellenländern, denen zurzeit die besten Chancen auf ein überdurchschnittliches Wirtschaftswachstum eingeräumt werden. Seit März 2007 operiert dazu eine BMBF-Arbeitsgruppe, die strategische Partnerschaften mit diesen Ländern vorbereitet. Erfahrungen aus öffentlicher und privater Nachhaltigkeitsforschung werden gebündelt und anhand von Best-Practice-Modellen für die Formulierung gemeinsamer Initiativen genutzt. Die Wirkungsgrade forschungsbasierter Lösungen werden auf diese Weise gesteigert und langfristige Zukunftsmärkte erschlossen. Mit dem internationalen Dialog zur Nachhaltigkeitsforschung wird das BMBF die Internationalisierungsziele der Hightech-Strategie zum Klimaschutz unterstützen und sichtbar zu den Nachhaltigkeitszielen der Bundesregierung beitragen. Zwischen 2008 und 2009 wird dazu eine Serie internationaler Konferenzen stattfinden, die den Dialog in einen breiten politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmen stellen und die Vorreiterrolle Deutschlands international dokumentieren werden.

So können deutsche Firmen in Zusammenarbeit mit ihren Partnern in den Schwellenländern ihre technologische Leistungsfähigkeit erhalten und innovative Lösungsansätze in der Breite realisieren. Um die umweltfreundlichsten Technologien gemeinsam mit Schwellenländern global durchsetzen zu können, müssen von Seiten der Regierungen günstige Rahmenbedingungen für die Kooperation geschaffen werden. Hierzu zählen der Aufbau entsprechender Kapazitäten in Wissenschaft und Wirtschaft ebenso wie der Betrieb gemeinsamer Forschungsinstitutionen und die Gestaltung angepasster Finanzierungsmöglichkeiten für Entwickler und Abnehmer.

Starke Partner für gemeinsame Klimaschutz- und Technologieinitiativen

Zur Bewältigung der globalen Herausforderung „Klimawandel“ wollen wir tragfähige Innovationsallianzen mit global wichtigen Partnern schmieden. Im Vordergrund für ein gemeinsames Vorgehen gegen die Erderwärmung stehen für das BMBF die großen und schnell wachsenden Schwellenländer. Hierzu zählen in Asien insbesondere Indien, Indonesien und China, in Lateinamerika Brasilien und Mexiko. Ebenso bedeutsam sind Russland und Südafrika. Zusammen stellen diese Staaten nahezu die Hälfte der Weltbevölkerung. Weitere wichtige Partner der Zukunft sind z.B. die anderen Länder der so genannten Next Eleven (neben Mexiko und Indonesien sind das Ägypten, Bangladesch, Indonesien, Iran, Nigeria, Pakistan, Philippinen, Südkorea, Türkei und Vietnam).

Vor dem Hintergrund des Handlungsdrucks beim Klimawandel wird das BMBF bis 2009 den Aufbau neuer und dynamischer Innovationsallianzen vorantreiben und einen Klimaschutzdialog eröffnen, der Optionen gemeinsamen Vorgehens identifiziert, mit entsprechenden Mitteln ausstattet und strategisch begleitet. Die bereits bestehenden Abkommen der bilateralen Zusammenarbeit in Wissenschaft und Forschung mit Deutschland sowie die zahlreichen bestehenden Technologiepartnerschaften bilden eine stabile Grundlage. Zudem wird sich das BMBF an den Leitlinien der europäischen Nachhaltigkeitsstrategie des G8-Prozesses sowie der UN-Klimarahmenkonvention orientieren. Mit der Vermittlung technologischer Lösungen wird Deutschland in den Allianzen maßgeblich die Ziele des 2005 begonnenen und 2007 unter deutscher

Präsidentschaft fortgeführten „Gleneagles-Dialogs zu Klimawandel, sauberer Energie und nachhaltiger Entwicklung“ sowie die beim G8-Gipfel in Heiligendamm formulierten Klimaschutzziele unterstützen. So ist bereits jetzt vereinbart, zukünftige Partnerschaften durch ein Förderprogramm zu energieeffizienten Strukturen in rasch wachsenden urbanen Wachstumszentren zu etablieren.

Über die Schwellenländer hinaus unternimmt die Bundesregierung alle Anstrengungen, die USA als einen der größten Emittenten von Treibhausgasen verstärkt in die Bekämpfung des Klimawandels einzubeziehen. Das Auswärtige Amt hat deshalb unter deutscher EU-Ratspräsidentschaft die „Transatlantische Klima- und Technologieinitiative“ angestoßen. Europa und die Vereinigten Staaten wollen künftig bei Klima- und Energiefragen enger zusammenarbeiten, insbesondere in den Bereichen „Clean Coal“ und Entwicklung erneuerbarer Energien sowie Energieeffizienz.

6. Ausblick



Mit der Hightech-Strategie zum Klimaschutz hat Deutschland einen klaren Weg eingeschlagen, um rasch umsetzbare und weitreichende technologische Durchbrüche zu erzielen. Die bisherigen Fortschritte haben bereits eindrucksvoll gezeigt, dass sich die Innovationskraft des Standorts Deutschland potenzieren lässt, wenn Politik, Wirtschaft und Wissenschaft an einem Strang ziehen. Die Bundesregierung möchte diese Kraft weiter stärken.

Die Bundesregierung wird gemeinsam mit den Partnern in Wissenschaft und Wirtschaft darauf hinarbeiten, dass relevante Fragestellungen aufgegriffen werden. Wir werden den angestoßenen Dialog auch künftig fortführen, um die breiten Möglichkeiten des Wissenschafts-, Technologie- und Wirtschaftsstandorts Deutschlands für die globalen Herausforderungen des Klimawandels nutzbar zu machen. Dabei wird erwartet, dass die bisherigen Partnerschaften weiterbestehen und neue hinzukommen, um insgesamt zum Erreichen der Klimaschutzziele beizutragen.

Die Umsetzung der Hightech-Strategie zum Klimaschutz ist ein wichtiges Element einer Politik, mit der die Bundesregierung auf die ökonomischen und ökolo-

gischen Herausforderungen des Klimawandels reagiert. Die beteiligten Ressorts der Bundesregierung tragen in ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereichen mit konkreten Förderbekanntmachungen und Fördermaßnahmen dazu bei. Sie werden die Forschung, Entwicklung und Innovation in den genannten und für den Klimaschutz zentralen Forschungs- und Technologiefeldern voranbringen. Um den Fortschritt der Arbeiten zu dokumentieren, wird das BMBF regelmäßig unter Beteiligung von Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik berichten. So wird belegt, welche Wegstrecke bereits zurückgelegt ist und welche neuen Meilensteine gesetzt werden konnten. Das gilt für Spitzentechnologien für den Klimaschutz „Made in Germany“ ebenso wie für die Klimaforschung auf Welt-niveau und die Verknüpfung unterschiedlichster Akteure für ein gemeinsames Ziel: dass sich Deutschland den Herausforderungen des Klimawandels im Schulterschluss von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik annimmt und sich seiner globalen Verantwortung stellt.

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.



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

