

BRIEF NR. 41

TAB INTERN		3
SCHWERPUNKT: ZUKUNFT DER AUTOMOBILINDUSTRIE	> Einführung in den Schwerpunkt	6
	> Zur Abhängigkeit der deutschen Automobilwirtschaft vom Exportgeschäft – heute und zukünftig	10
	> Neue Mobilitätskonzepte – die Zukunft der Automobilindustrie?	17
	> Elektromobilität – Chancen und Herausforderungen	24
TA-PROJEKTE	> Fernerkundung: Satellitentechnik in der Entwicklungszusammenarbeit	31
	> Ökologischer Landbau und Bioenergie – geht beides?	37
	> Manipulation des CO ₂ -Kreislaufs – ein Mittel gegen den Klimawandel?	42
TA IN EUROPA	> Das britische Parliamentary Office of Science and Technology (POST)	47
	> Das niederländische Rathenau Instituut	50
NEUE VERÖFFENTLICHUNGEN		55

ARBEITSBEREICHE UND AKTUELLE THEMEN

TA-PROJEKTE

Anwendungspotenziale der Erdfernerkundung für Entwicklungsländer	Dr. Katrin Gerlinger
Chancen und Kriterien eines Nachhaltigkeitssiegels für Verbraucher	Dr. Christoph Revermann Maik Poetzsch
Geoengineering	Dr. Claudio Caviezel Dr. Reinhard Grünwald Dr. Christoph Revermann
Inwertsetzung von Biodiversität	Dr. Christoph Kehl Dr. Arnold Sauter
Medikamente für Afrika	Dr. Katrin Gerlinger Dr. Christoph Kehl
Moderne Stromnetze als Schlüsselement einer nachhaltigen Energieversorgung	Dr. Reinhard Grünwald Dr. Claudio Caviezel
Nachhaltigkeit und Parlamente – Bilanz und Perspektiven Rio+20	Dr. Thomas Petermann Maik Poetzsch
Postdienste und moderne Informations- und Kommunikationstechnologien	Ulrich Riehm Knud Böhle, ITAS
Synthetische Biologie	Dr. Arnold Sauter Dr. Thomas Reiß, ISI

MONITORING

Nachhaltige Energieversorgung – Lastfolgefähigkeit deutscher Kernkraftwerke	Dr. Reinhard Grünwald Dr. Claudio Caviezel
---	---

INNOVATIONSREPORT

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Wasserwirtschaft	Dr. Thomas Hillenbrand, ISI
Konzepte der Elektromobilität und deren Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt	Dr. Anja Peters, ISI Dr. Reinhard Grünwald
Technischer Fortschritt im Gesundheitswesen: Quelle für Kostensteigerungen oder Chance für Kostensenkungen?	Dr. Tanja Bratan, ISI Dr. Sven Wydra, ISI
Weißer Biotechnologie	Dr. Bärbel Hüsing, ISI Dr. Sven Wydra, ISI
Zukunft der Automobilindustrie	Dr. Wolfgang Schade, ISI

TAB-INTERN

TAB-BERICHT ZU »REGENERATIVE ENERGIETRÄGER ZUR SICHERUNG DER GRUNDLAST IN DER STROMVERSORGUNG« IM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Der TAB-Bericht »Regenerative Energieträger zur Sicherung der Grundlast in der Stromversorgung« wurde am 27. Juni 2012 im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) vorgestellt. Projektleiter Dr. Reinhard Grünwald gab einen Überblick über die Projektergebnisse rund um die Kernfrage, wie ein stark ansteigender Anteil meist fluktuierender regenerativer Energiequellen in das Stromsystem integriert und gleichzeitig die Versorgungssicherheit aufrechterhalten werden kann. Gemeinsam mit anderen Triebkräften, u. a. der europäischen Integration der Strommärkte und dem Ausstieg aus der Kernenergie, führt dies dazu, dass die Elektrizitätsversorgung mitten in einem Umbauprozess historischen Ausmaßes steht. Insbesondere muss ihre Flexibilität auf allen Ebenen deutlich erhöht werden, in der Stromerzeugung und bei den Netzen ebenso wie im Bereich der Nachfrage. Für alle Bereiche wurden vom TAB Handlungsoptionen entwickelt und vorgestellt, etwa zu der Frage, wie die öffentliche Hand diesen Prozess unterstützen kann, damit das »Gemeinschaftswerk Energiewende« erfolgreich vorangebracht werden kann.

An die Präsentation schloss sich eine lebhafteste Debatte an, in der Redner aus allen Fraktionen hervorhoben, dass der TAB-Bericht eine wertvolle Grundlage für die Parlamentsarbeit in diesem aktuellen Themenfeld darstelle. Zum Abschluss wurde der Bericht vom Ausschuss einstimmig angenommen und die Veröffentlichung als Bundestagsdrucksache beschlossen. Der Bericht wird als TAB-Arbeitsbericht Nr. 147 veröffentlicht.

VERANSTALTUNG »FRAUEN UND TECHNIK« – VON ALTEN BILDERN ZU NEUEN ROLLEN

Rasante technische Entwicklungen beeinflussen und durchdringen auf vielfältige Art und Weise die Produktions- und Lebenswelten. Bei Entscheidungen in Bezug auf technische Entwicklungen scheinen Frauen jedoch nach wie vor eine untergeordnete Rolle zu spielen. Ist Technik immer noch Männersache? Diese Zuschreibung hält sich auf jeden Fall hartnäckig. Sie hält sich, obwohl der Anteil von Frauen in den Fertigungsbereichen technischer Betriebe schon immer hoch war und Frauen zunehmend auch in der Forschung und Entwicklung als Technikerinnen oder Ingenieurinnen tätig sind. Und sie hält sich weiterhin, obgleich der Gebrauch avancierter Technik inzwischen auch zur »Frauensache« geworden ist.

Am 23. Mai 2012 fand im Paul-Löbe-Haus eine gemeinsame öffentliche Veranstaltung des Forschungsausschusses, des Deutschen Frauenrats und des TAB – mitverantwortliche Orga-

nisatorin war Dr. Katrin Gerlinger – statt, die Chancen durch eine stärkere Beteiligung von Frauen bereits bei der Technikentwicklung thematisierte. Nachgegangen wurde dem Mythos einer technischen und einer nichttechnischen Welt, die sich in den Unterschieden zwischen Männern und Frauen – traditionellerweise – manifestiert. Gefragt wurde:

- > Gibt es tatsächlich einen spezifisch weiblichen Blick auf Technik?
- > Verändert sich das Technikdesign durch die größere Teilhabe von Frauen?
- > Brauchen wir eine stärkere weibliche Beteiligung und eine bessere Berücksichtigung ihrer Interessen in der Diskussion um technische Entwicklungen und Technologiepolitik?
- > Was müsste getan werden, um die höhere Beteiligung der Frauen in technischen Bereichen zu unterstützen?

Die insgesamt sechs Vorträge luden ein, sich ein eigenes Bild zu machen, um im Anschluss gemeinsam zu diskutieren,

ABB. 1 MARLIES BROUWERS UND ULLA BURCHARDT ERÖFFNEN DEN WORKSHOP



Quelle: © Deutscher Bundestag/Thomas Imo/photothek.net

ob – und wenn ja, welche – Chancen zur Veränderung sich bieten und wo Handlungsräume und -erfordernisse bestehen.

DELEGATION DES LUXEMBURGISCHEN PARLAMENTS IM TAB

Eine Delegation des luxemburgischen Parlaments besuchte am 5. Juli 2012 das TAB. Benoît Reiter, stellvertretender Verwaltungsdirektor der Abgeordnetenversammlung (Chambre des Députés du Grand-Duché de Luxembourg), Carlo Linden, Leiter des IT-Referats, sowie Anne Tescher, Sekretärin des Petitionsausschusses, interessierten sich für die Ergebnisse der beiden TAB-Projekte über die Einführung öffentlicher elektronischer Petitionen beim Deutschen Bundestag. Projektleiter Ulrich Riehm konnte in diesem Gespräch auf die grundlegenden Unterschiede zwischen dem Petitionsverfahren des Deutschen Bundestages und der Situation in Luxemburg verweisen, die sich schon allein aus den unterschiedlichen Größenverhältnissen ergeben. Sie sind aber auch darin zu sehen, dass Luxemburg neben dem Petitionsausschuss bei der Volksvertretung auch über einen Bürgerbeauftragten (Ombudsmann) verfügt, dessen Aufgaben in Deutschland auch der Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages wahrnimmt.

Das nun im siebenten Jahr erfolgreich praktizierte Modell der elektronisch eingereichten und öffentlichen Petitionen des Deutschen Bundestages hat für die Reform des luxemburgischen Petitionsverfahrens eine Vorbildfunktion entwickelt, sodass sich die Fragen der luxemburgischen Delegation in erster Linie auf die Praxiserfahrungen bezogen. Geplant ist, nicht nur die an das Parlament gerichteten Petitionen zu veröffentlichen, sondern auch eine elektronische Mitzeichnung sowie ein Diskussionsforum einzurichten. Diskutiert wurden in diesem Zusammen-

hang u. a. die Frage der Zulassung öffentlicher Petitionen, die Moderation des Diskussionsforums sowie dessen Bedeutung im Petitionsverfahren, Fragen der Authentifizierung sowie des Missbrauchs durch Internetvandalen und die Erfahrungen mit öffentlichen Ausschusssitzungen unter Beteiligung von Petenten zu ausgewählten Petitionen. Das TAB konnte aus seiner umfassenden Forschung zu diesem Thema einen Beitrag zur Meinungsbildung im luxemburgischen Parlament liefern. Die Delegation besuchte neben dem TAB in Berlin auch den Sekretär des Petitionsausschusses des Deutschen Bundestages.

NEUE TA-PROJEKTE

INWERTSETZUNG VON BIODIVERSITÄT. WISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN UND POLITISCHE PERSPEKTIVEN

Seit der Rio-Konferenz 1992 der Vereinten Nationen werden Fragen des Schutzes von biologischer Vielfalt auf globaler, europäischer und nationaler Ebene intensiv wissenschaftlich, gesellschaftlich und politisch diskutiert. Verstärkt werden dabei ökonomische Konzepte und Instrumente in den Vordergrund gerückt, um dem Biodiversitätsschutz neue Impulse zu verleihen. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung wurde das TAB mit einer Untersuchung zur »Inwertsetzung von Biodiversität« beauftragt. Die folgenden drei Themen sollen vertieft bearbeitet werden, mit dem Ziel, Desiderate für die deutsche Forschungslandschaft zu identifizieren sowie die im Hinblick auf politischen Handlungsbedarf kritischen Punkte herauszuarbeiten:

- Analyse des gesellschaftlichen und politischen Diskurses (vor dem Hintergrund von »Rio+20«)
- Grenzen und Reichweite der ökonomischen Bewertung von Biodiversität

- Potenziale und Probleme finanzbasierter Anreizmethoden: Lehren aus dem Klimaschutz?

MEDIKAMENTE FÜR AFRIKA. MASSNAHMEN ZUR VERBESSERUNG DER GESUNDHEITLICHEN SITUATION

Etwa ein Drittel der Weltbevölkerung hat keinen zuverlässigen Zugang zu wirksamen Medikamenten und ist in besonderem Maße von armutssoziierten Krankheiten betroffen. Die Gründe dafür sind vielschichtig. Der Fokus des TA-Projekts liegt auf neuen Ansätzen und Konzepten, um die Bedürfnisse der ärmsten Länder stärker im pharmakologischen Innovations- und Produktionsprozess zu berücksichtigen, sowie auf handelspolitischen Rahmenbedingungen und ihren gesundheitsbezogenen Auswirkungen.

Ziel des Projekts ist eine breit angelegte Bestandsaufnahme gegenwärtiger Entwicklungen im Bereich Forschung, Entwicklung und Bereitstellung von Medikamenten für die ärmsten Länder der Erde. Auch wird eine Analyse des Istzustands zu den relevanten handelspolitischen Vereinbarungen durchgeführt. Auf dieser Basis sollen Möglichkeiten für eine zielgerichtete Unterstützung und Ergänzung kommerzieller pharmakologischer Forschungsstrukturen eruiert werden.

CHANCEN UND KRITERIEN EINES NACHHALTIGKEITSSIEGELS FÜR VERBRAUCHER

Der stetig ansteigende Umsatz an ökologisch bzw. nachhaltig erzeugten Waren wie auch die Ergebnisse von Umfragen zur Bereitschaft zum Kauf »nachhaltiger Produkte« verdeutlichen, dass viele Konsumenten prinzipiell gegenüber nachhaltig erzeugten Produkten und Dienstleistungen aufgeschlossen sind. Zugleich ist die Anzahl an sogenannten »Marken«, »Siegel« und

»Zertifikaten« für Waren und Dienstleistungen fast jeglicher Art sehr stark angestiegen, und für Verbraucher wird es immer schwieriger, sich in diesem »Labeldickicht« zu orientieren. Doch um informierte Konsumententscheidungen treffen zu können, müssen Verbraucher eindeutig, schnell und zuverlässig erkennen können, was tatsächlich in einem Produkt steckt oder sich hinter einer Dienstleistung verbirgt.

Vor diesem Hintergrund wird in Politik, Verbänden und Wirtschaft diskutiert, ob ein übergreifendes Siegel, das alle Kriterien der Nachhaltigkeit berücksichtigt, Abhilfe schaffen könnte. Umstritten ist, was genau ein solches Siegel abzubilden hätte und welche Kriterien erfüllt sein müssen. Ziel dieses TA-Projekts ist nicht die Erarbeitung eines neuen bzw. eigenen Konzepts für ein Nachhaltigkeitssiegel. Vielmehr sollen eine strukturierte Analyse und Darstellung der Diskussionslage, eine entsprechende Einordnung wichtiger vorliegender Konzepte und Vorschläge

und somit letztlich eine fundierte Bewertung der Potenziale und Probleme für ein übergeordnetes Nachhaltigkeitssiegel erfolgen.

Weitere Informationen zu neuen TAB-Publikationen befinden sich von jetzt an unter der Rubrik »Neue Veröffentlichungen« am Ende des TAB-Briefs. Die vollständige Übersicht aller TAB-Publikationen ist unter www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/index.html zu finden.

NEUER MITARBEITER IM TAB

Maik Poetzsch ist seit Mai 2012 neuer Mitarbeiter des TAB. Er studierte Politikwissenschaft an der Universität Bielefeld (B.A.) und der Freien Universität Berlin (M.A.). In seinem akademischen Werdegang spezialisierte er sich auf die sozialwissenschaftliche Analyse großtechnischer Systeme. Durch seine Tätigkeit als wissenschaftliche Hilfskraft sowie als freier Mitarbeiter für

das TAB hat er sich in den letzten Jahren mit den spezifischen Fragestellungen und Arbeitsweisen der Technikfolgenabschätzung vertraut gemacht, u. a. im Rahmen des Projekts »Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung«. Aktuell wirkt er an den Projekten »Nachhaltigkeit und Parlamente – Bilanz und Perspektiven Rio+20« sowie »Chancen und Kriterien eines Nachhaltigkeitssiegels für Verbraucher« mit. Zugleich hat Herr Poetzsch sein politikwissenschaftliches Promotionsvorhaben an der FU Berlin mit dem Thema »Versorgungssicherheit elektrischer Netze« begonnen.



KONTAKT

Maik Poetzsch
030 28491-111
poetzsch@tab-beim-bundestag.de

EINFÜHRUNG IN DEN SCHWERPUNKT

Die globale Automobilindustrie steht vor großen technologischen und strukturellen Umbrüchen: So hat sich aktuell China zum weltgrößten Markt für neuzugelassene Personenkraftfahrzeuge entwickelt, während der Absatz auf etablierten Märkten (z. B. EU, Japan, USA) nur noch schwach wächst oder gar stagniert (VDA 2011). Zugleich gehen weltweite Überkapazitäten und ein zunehmend ausdifferenziertes Produktprogramm mit immer kleiner werdenden Stückzahlen pro Modell einher, und die regional unterschiedlichen Produkthanforderungen stellen die Automobilhersteller und -zulieferer vor große strategische Herausforderungen. Vor dem Hintergrund knapper werdender fossiler Brennstoffe und drängender Klimaprobleme gewinnen zudem alternative Antriebsquellen jenseits des klassischen Verbrennungsmotors an Bedeutung, und es lässt sich als weiterer wichtiger Trend eine Änderung im Mobilitätsverhalten identifizieren, der insbesondere in Regionen mit hohem Wohlstandsniveau Einzug hält. Diese Entwicklungen werden unter den Schlagworten »Nutzen statt besitzen«, »Multimodalität« oder »Vernetzung« diskutiert. Die ersten Signale dieses beobachtbaren Wertewandels deuten darauf hin, dass neue vernetzte Mobilitätskonzepte zukünftig deutlich attraktiver werden.

ZENTRALE HERAUSFORDERUNGEN IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

Bis in die 1990er Jahre waren Staaten wie Japan, die USA und einige EU-Länder maßgeblich für das Wachstum des globalen Automobilmarkts verantwortlich. Diese Märkte haben seit Anfang der 2000er Jahre einen Zustand der Sättigung erreicht. Mit nahezu stagnierender sowie in Japan und der EU auch alternder Bevölkerung und moderatem Wirtschaftswachstum wird in diesen Ländern zwar immer noch etwa die Hälfte aller Pkw verkauft, aber die Wachstumsraten der Verkaufszahlen gehen deutlich zurück. In anderen Ländern hingegen (z. B. den BRICS-Staaten: Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika) entwickelt sich sowohl die Wirtschaft als auch die Bevölkerung dynamischer. In China und Indien konnten über längere Zeiträume BIP-Wachstumsraten von über 8 % erzielt werden. Als Folge des wachsenden Wohlstands und der sehr niedrigen Motorisierung stiegen die Verkaufszahlen für Pkw in diesen Ländern in den letzten Jahren stark an. Diese Entwicklung wird sich wohl in den nächsten Jahren fortsetzen.

Neben den Fragen des Absatzwachstums in den unterschiedlichen Regionen

der Welt werden in Zukunft der Klimawandel und die Knappheit der fossilen Energieträger die Entwicklungen in der Automobilindustrie umfassend prägen. Die Endlichkeit fossiler Brennstoffe hat Politiker, Ökonomen und Industrie in den letzten Jahren gleichermaßen beschäftigt. Dabei ist folgendes Faktum ganz offensichtlich: Die Ölförderung wird in Zukunft teurer werden, da immer mehr Ölfelder erschlossen werden müssen, deren Förderung teilweise mit exorbitanten Kosten verbunden ist. Zu nennen sind hier Tiefseebohrungen, Bohrungen in (ant)arktischen Gewässern und die Gewinnung von Rohöl aus Ölsanden. Das Risiko, dass es bei diesen Arten der Ölförderung zu erheblichen Umweltverschmutzungen bis hin zu ökologischen Katastrophen kommt, steigt kontinuierlich.

Eine weitere Determinante bildet die Problematik der Treibhausgasemissionen. Bei jedem Verbrennungsvorgang eines fossilen Brennstoffs entstehen verschiedene Emissionen. Grundsätzlich können diese unterteilt werden in Emissionen, die aus unvollständiger Verbrennung (z. B. CO, SO₂) entstehen und solchen, die bei jeder Verbrennung als Verbrennungsprodukte (CO₂) anfallen. Erstere lassen sich durch Nachverbrennung, Filterung der Abgase und Ver-

besserung der Verbrennungsmotoren minimieren. Die CO₂-Emissionen hingegen hängen von der Art des Kraftstoffs und dem Verbrauch ab. Während es sich bei den Emissionen aus unvollständiger Verbrennung weitestgehend um Luftschadstoffe handelt, ist CO₂ ein Treibhausgas, welches maßgeblich zum Klimawandel beiträgt. In den letzten Jahren konnten in den Bereichen Industrie und Haushalte bereits Einsparungen realisiert werden. Im Verkehrsbereich hingegen hat sich die Menge an emittierten Treibhausgasen weiter erhöht (IEA 2011).

ALTERNATIVE ANTRIEBSKONZEPTE – ELEKTROMOBILITÄT

Die Endlichkeit der fossilen Brennstoffe und die angestrebte, forcierte Abmilderung des Klimawandels machen es unumgänglich, neben der Verlagerung auf nichtmotorisierte und öffentliche Verkehrsmittel, Alternativen zu den rohölbasierten Kraftstoffen für den Straßenverkehr zu finden. Sowohl Elektrizität als auch Wasserstoff – vorausgesetzt, sie wurden klimaneutral produziert – gelten als durchaus vielversprechende Alternativen zu fossilen Brennstoffen für Automobile (wenngleich die klassische Verbrennungskraftmaschine in effizienzverbesselter Form vermutlich auch in Zukunft noch eine bedeutende Rolle spielen wird). Neben den zuvor genannten Herausforderungen hat die Entwicklung neuer leistungsfähigerer Akkumulatoren die Elektromobilität aktuell (wieder) in den Fokus der Entwickler, Automobilhersteller und Politik gerückt. Politische Ziele – wie die Reduktion der Abhängigkeit vom Öl, effizientere Energiewandlung sowie signifikante CO₂-Reduktionen und die Senkung lokaler Emissionen im Verkehr – sind wichtige Treiber für die Elektromobilität. Elektromobilität ist somit ein bedeutendes umwelt-, wirtschafts- und gesellschaftspolitisches

Thema geworden, dessen Aktualität und Dringlichkeit z. B. im 2009 verabschiedeten »Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität« deutlich wird. Als Ziele werden dort u. a. genannt, Deutschland bis 2020 zum Leitmarkt für die Elektromobilität zu entwickeln und bis dahin 1 Mio. Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen. Es wird zudem festgehalten, dass neben der Elektromobilität auch die Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie inklusive der Wasserstoffspeicherung vorangetrieben wird, aber dabei der Grundsatz der Technologieneutralität zu gelten hat (Bundesregierung 2011).

Mittlerweile werden auf dem Markt einige Fahrzeuge angeboten, die entweder rein elektrisch oder durch eine Kombination aus Elektroantrieb und Verbrennungsmotor (d. h. mit externer Stromlademöglichkeit oder einem sogenannten Range Extender) angetrieben werden. Zudem werden voraussichtlich ab 2015 Brennstoffzellenfahrzeuge in den Serienmarkt eingeführt. Trotz der teilweise sehr hohen Kosten beim Kauf dieser Fahrzeuge wächst das Käuferinteresse. Wie stark sich diese alternativen Antriebe am Markt durchsetzen und ob die nach wie vor bestehenden Vorbehalte gegenüber den neuen Technologien weiter abgebaut werden können, ist aktuell nicht exakt vorhersehbar. Für eine umfassende Markteinführung ist zudem noch eine Reihe von Herausforderungen zu lösen. Dies betrifft zum einen den Bereich der Speichertechnologie: Die Lithium-Ionen-Batterie gilt dabei als besonders vielversprechend. Sie muss jedoch hinsichtlich Kosten, Energiedichte, Gewicht, zyklischer und kalendarischer Lebensdauer und Ladegeschwindigkeiten weiterhin deutlich verbessert werden. Außerdem ist der Aufbau einer teils öffentlichen und privaten Beladungsinfrastruktur erforderlich, und es sind geeignete Geschäftsmodelle zu entwickeln. Schließlich sind für eine erfolgreiche Verbreitung und Nutzung

der Elektromobilität die Ausrichtung am Nutzer und die Berücksichtigung seiner Bedürfnisse und Präferenzen unerlässlich.

Festzuhalten ist, dass der perspektivisch angelegte, aber absehbare Übergang zu neuen Antriebstechnologien im Fahrzeugbau (Hybrid, Elektro, Brennstoffzelle etc.) vielseitige Chancen bietet, aber durchaus auch Risiken birgt, insbesondere für die deutschen Automobilhersteller und -zulieferer. Das gegenwärtige Know-how im Bereich konventioneller Antriebe wird unter Umständen zumindest partiell entwertet werden. Wichtige Systeme und Komponenten eines Fahrzeugs müssen modifiziert (z. B. Klima- und Bremssystem) oder durch neue ersetzt werden (z. B. Elektroantrieb inklusive Batterie und Leistungselektronik statt Verbrennungsmotor), z. T. entfallen sie möglicherweise komplett (z. B. Abgasanlage, Antriebsstrang). Zudem halten neue Materialien wie Verbundfaserstoffe verstärkt Einzug in den Automobilbau.

Für die Automobilindustrie – Hersteller und Zulieferer – wird es daher entscheidend sein, rechtzeitig die richtigen technologischen Pfade zu beschreiten, um einen technologischen Paradigmenwechsel nicht nur mitzugehen, sondern auch entscheidend prägen und die im weltweiten Vergleich technologische Spitzenposition halten zu können. Beispielsweise scheint bei den neuen Technologien die deutsche Industrie im Bereich der Leistungselektronik und der Materialforschung bereits sehr gut aufgestellt zu sein. Zu beachten ist dabei auch, dass hierfür nicht nur einzelne Hochtechnologieunternehmen verantwortlich sind, sondern gesamte Innovations- und Wertschöpfungsketten mit verschiedenen Akteuren im Zusammenspiel (Som 2012).

Zur Lösung der Herausforderung, alternative Technologien zu entwickeln

und auf den Markt zu bringen, kann auch die Politik entscheidend beitragen. Entscheidungen über politische Ziele, Strategien und Fördermaßnahmen müssen dabei verschiedene Dimensionen berücksichtigen. Zum einen muss die Wirtschaftlichkeit der Elektromobilität im Vergleich zu erdölbasierten Verbrennungsfahrzeugen und anderen alternativen Kraftstoff- und Antriebskonzepten sowohl aus gesamtgesellschaftlicher als auch aus individueller Sicht mittel- und langfristige gegeben sein. Eine erfolgreiche Förderung muss die Bedürfnisse aussichtsreicher Nutzergruppen kennen und berücksichtigen. Weiterhin muss die Entwicklung zu Vorteilen im Bereich der Energieeffizienz, des Klimaschutzes und anderer Umweltthemen führen und darf die Sicherheit anderer Verkehrsteilnehmer nicht stärker gefährden als heute.

ALTERNATIVE MOBILITÄTSKONZEPTE

Eine weitere Entwicklung, die die Automobilindustrie in den nächsten Jahrzehnten strukturell verändern und gleichzeitig die Entwicklung hin zu einem nachhaltigeren Verkehrssystem unterstützen könnte, ist ein geändertes Mobilitätsverhalten der Gesellschaft, insbesondere der jüngeren Generation, und damit einhergehend auch die Nachfrage nach neuen Mobilitätskonzepten. Mit den Möglichkeiten heutiger IuK-Technologien stellen innovative und multimodale Mobilitätskonzepte, welche die Kombination verschiedener Verkehrsmittel erleichtern, in urbanen Gebieten bereits attraktive Alternativen zum Besitz eines eigenen Autos dar (Schade et al. 2011). Eine – noch nicht zu beantwortende – Kernfrage ist in diesem Zusammenhang, ob das private Automobil in der Gesellschaft zukünftig noch den gleichen Stellenwert wie in den vergangenen Jahren besitzen wird.

Deutlich wird aber schon heute, dass sich das Mobilitätsverhalten in Deutschland in den letzten Jahren vor allen Dingen bei Personen bis 35 Jahre und bei Personen über 60 Jahre verändert hat (ifmo 2011; Zumkeller et al. 2011). Einerseits stieg bei der Generation der über 60-Jährigen der Prozentsatz derjenigen, die sowohl einen Führerschein besitzen als auch einen Pkw zur Verfügung haben, von unter 60 auf 70 %. Andererseits nimmt in der Generation der 18- bis 35-Jährigen der Anteil derjenigen kontinuierlich ab, die einen Pkw besitzen. Zwar lassen sich (noch) keine grundlegenden Änderungen beim Mobilitätsverhalten erkennen; die sinkenden Pkw-Besitzraten bei jungen Erwachsenen und der steigende Zuspruch zu Carsharing- sowie neuen multimodalen Mobilitätskonzepten können allerdings als Frühindikatoren im Hinblick auf eine Verhaltensänderung der jungen Generation gewertet werden, die im Zeitverlauf weite Teile der Gesellschaft durchdringen könnte.

Die Kombination aus attraktiven Angeboten und die Verbreitung entsprechender Einstellungs- und Verhaltensänderungen, die dem Besitz eines Pkw nicht die gleiche Wichtigkeit wie in der Vergangenheit einräumen, werden zukünftig wohl für ein weiteres Wachstum bei Sharing- und multimodalen Angeboten sorgen. Dies muss jedoch nicht zwangsweise als Nachteil für die deutsche Automobilindustrie gesehen werden. Sie verfügt über einen Vorsprung im Premiumsegment und bei hocheffizienten konventionellen Antrieben, und zusammen mit der konzentrierten Anstrengung von Industrie, Politik und Forschungsförderung bei der Elektromobilität könnte der Einstieg in Dienstleistungen zur Umsetzung von nachhaltigen Verkehrs- und Mobilitätskonzepten neue Chancen bieten. Solche Mobilitätskonzepte verknüpfen eine neue Form der Autonutzung (»Nutzen statt besitzen«) mit einem barrierefreien Übergang zwischen

Pkw, öffentlichem und nichtmotorisiertem Verkehr (insbesondere im urbanen Raum). Die Automobilindustrie könnte als Mobilitätsdienstleister auftreten, der die Fahrzeuge und die barrierefreie Infrastruktur zur Verfügung stellt und die Mobilitätsdienstleistung verkauft. Einige Automobilunternehmen beschreiten bereits erste Schritte in diese Richtung an unterschiedlichen Standorten weltweit.

In der Gesamtschau zeigt sich, dass die skizzierten Trends vielfältige Wirkungen auf die wirtschaftliche und technologische Position der deutschen Automobilindustrie, den Automobilstandort Deutschland und somit auch auf die Anzahl der Beschäftigten in der deutschen Automobilindustrie haben können. Dabei sind Automobilhersteller und -zulieferer in unterschiedlicher Weise von den Entwicklungen betroffen. Gleichzeitig bieten die möglichen Entwicklungen ein großes Potenzial für die Entwicklung eines nachhaltigeren Verkehrssystems, insbesondere in urbanen Gebieten. Deutlich wird insgesamt, dass die einzelnen Entwicklungen heute weder eindeutig noch isoliert zu betrachten sind.

SCHWERPUNKTBEITRÄGE

Die Beiträge des Schwerpunkts im vorliegenden TAB-Brief fußen auf zwei aktuellen TAB-Projekten, deren Ergebnisse im Herbst dem Deutschen Bundestag jeweils im Rahmen eines Innovationsreports vorgelegt werden. Nach erfolgter Abnahme durch den zuständigen ABFTA werden die beiden TAB-Arbeitsberichte voraussichtlich im Winter dann auch in gedruckter Form vorliegen.

Es handelt sich dabei um das Projekt »Zukunft der Automobilindustrie«, dessen Ziel es ist, ausgehend vom globalen Marktgeschehen und von geänderten Mobilitätskonzepten die Stel-

lung und Zukunftspotenziale des deutschen Automobilssektors zu betrachten. Dazu liegen bisher nur partielle Untersuchungen vor. Die Analyse erfolgt aus einer systemischen und umfassenden Perspektive und für einen Zeithorizont von 20 Jahren bis 2030. Sie konzentriert sich auf den Personenverkehr und die Pkw-Märkte, da in diesen Bereichen über diesen Zeitraum die größten Veränderungen erwartet werden.

Ein weiteres TAB-Projekt analysiert die »Konzepte der Elektromobilität und deren Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt«. Angesichts der hohen Komplexität des Untersuchungsfeldes, der Vielfalt an Projekten zu verschiedenen relevanten Themenfeldern im Kontext der Elektromobilität und der vielschichtigen Fragestellungen, welche sich im Hinblick auf politische Strategien und Entscheidungen stellen, ist ein Ziel dieses Projekts, den Stand der Forschung und Entwicklung umfassend aufzuarbeiten. Auf dieser Basis erfolgt eine zusammenfassende Betrachtung derjenigen Aspekte, die für politische Entscheidungen zu Strategien und Maßnahmen zentral sind, namentlich ökologische, ökonomische und soziale Aspekte der Integration von Elektromobilität in die Verkehrssysteme.

Im ersten Beitrag von *Christoph Zanker* und *Wolfgang Schade* wird – vor dem Hintergrund der großen Bedeutung des Exportgeschäfts für die deutsche Automobilwirtschaft – die internationale Aufstellung der deutschen Automobilindustrie genauer ins Blickfeld genommen und analysiert, von welchen Absatzmärkten die Industrie im Besonderen abhängig ist und wie sich diese Märkte zukünftig entwickeln werden. Parallel wird der Frage nachgegangen, in welchen Regionen und in welcher Intensität die deutsche Automobilindustrie mit Produktionsaktivitäten engagiert ist. Dabei wird zunächst die heutige Situation der glo-

balen Absatzmärkte erläutert, danach werden die globale Verteilung der Produktionskapazitäten und anschließend Auslastung und globale Überkapazitäten thematisiert. Der Beitrag schließt mit einer Prognose der globalen Absatzmärkte bis 2030. Neben den in Deutschland ansässigen Automobilherstellern wie Audi, BMW, Daimler, Ford, Opel, Porsche und Volkswagen sind auch die einschlägigen Automobilzulieferer Gegenstand der Betrachtung.

Im anschließenden Beitrag von *Wolfgang Schade* und *André Kühn* wird ein ganz spezifischer Aspekt der zukünftigen veränderten Rahmenbedingungen für die Automobilindustrie diskutiert: die potenzielle Einführung neuer, vernetzter Mobilitätskonzepte insbesondere im urbanen Raum. Diese Fokussierung erscheint aus drei Gründen von Bedeutung. Erstens wird zukünftig ein deutlich zunehmender Anteil der Weltbevölkerung in urbanen Räumen leben. Zweitens besitzen neue Mobilitätskonzepte bei massivem Ausbau das Potenzial, die Absatzmärkte für neue Pkw deutlich zu verringern und in ihrer Segmentierung zu verändern, sodass der Produktumsatz der globalen Automobilindustrie zurückgehen dürfte. Drittens bieten die neuen Mobilitätskonzepte auch neue Marktchancen, die entweder durch die Automobilhersteller oder andere Akteure inner- und außerhalb des Marktes der Mobilitätsdienstleistungen wahrgenommen werden könnten.

Im dritten Schwerpunktbeitrag werden von *Anja Peters* und *Martin Wietschel* die in Gesellschaft und Politik mit der Elektromobilität verbundenen großen Hoffnungen thematisiert, aber ebenso die Herausforderungen auf dem langen Weg zu einer elektromobilen Gesellschaft diskutiert, die oftmals noch sehr unterschätzt werden: So sind noch diverse technische und ökonomische Fragen insbesondere im Bereich der Speichertechnik, aber auch hinsichtlich der Infrastruktur und der Integration in das Energiesystem zu lösen. Nicht zuletzt stellt die Nutzerakzeptanz eine zentrale Voraussetzung für eine erfolgreiche Verbreitung batteriebetriebener Fahrzeuge dar. Der Beitrag gibt einen Überblick über den aktuellen technischen Entwicklungsstand, über ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Dimensionen sowie interessante Erstmärkte und Entwicklungsszenarien dieser neuen Form des Antriebs von Straßenfahrzeugen. Elektromobilität bezieht sich dabei sowohl auf vollständig elektrisch betriebene Batteriefahrzeuge als auch auf sogenannte Plug-in-Hybride bzw. Range Extender, die neben einem Verbrennungsmotor über einen Elektromotor mit extern ladbarer Batterie verfügen und somit ebenfalls rein elektrisch fahren können.

*Christoph Revermann, André Kühn,
Anja Peters, Wolfgang Schade*

LITERATUR

Bundesregierung (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität. Berlin

ifmo (Institut für Mobilitätsforschung) (2011): Mobilität junger Menschen im Wandel – multimodaler und weiblicher. München

IEA (International Energy Agency) (2011): CO₂ Emissions from Fuel Combustion – Highlights (2011 Edition). Paris

Schade, W., Peters, A., Doll, C., Klug, S., Köhler, J., Krail, M. (2011): VIVER – Vision für nachhaltigen Verkehr in Deutschland. Fraunhofer ISI Working Paper Sustainability and Innovation, No. S 3/2011. Karlsruhe

Som, O. (2012): Innovation without R&D – Heterogeneous Innovation Patterns of Non-R&D-Performing Firms in the German Manufacturing Industry. Wiesbaden

VDA (Verband der Automobilindustrie) (Hg.) (2011): International Auto Statistics. Berlin

Zumkeller, D., Chlond, B., Kargerbauer, M., Streit, T., Vortisch, P., Wirtz, M. (2011): Deutsches Mobilitätspanel (MOP): wissenschaftliche Begleitung und erste Auswertungen. Karlsruhe

ZUR ABHÄNGIGKEIT DER DEUTSCHEN AUTOMOBILWIRTSCHAFT VOM EXPORTGESCHÄFT – HEUTE UND ZUKÜNFTIG

Der deutschen Automobilindustrie kommt eine Schlüsselposition in der deutschen Wirtschaft zu. Im Jahr 2010 steuerte sie etwa zwei Drittel zum Exportüberschuss der deutschen Gesamtwirtschaft bei. Drei von vier der in Deutschland hergestellten Fahrzeuge wurden exportiert. Diese Zahlen verdeutlichen eindrucksvoll, dass die Automobilindustrie eine zentrale Säule der Exportwirtschaft darstellt. Vor dem Hintergrund der großen Bedeutung des Exportgeschäfts für die deutsche Automobilwirtschaft nimmt dieser Beitrag die internationale Aufstellung der deutschen Automobilindustrie genauer ins Blickfeld und analysiert, von welchen Absatzmärkten sie im Besonderen abhängig ist und wie sich diese Märkte zukünftig entwickeln werden. Parallel wird der Frage nachgegangen, in welchen Regionen und in welcher Intensität die deutsche Automobilindustrie mit Produktionsaktivitäten engagiert ist.

Der Beitrag stellt zentrale Ergebnisse des TAB-Projekts »Zukunft der Automobilindustrie« vor, dessen Abschlussbericht im Herbst 2012 als Innovationsreport vorgelegt werden wird. Dabei werden zuerst die heutige Situation der globalen Absatzmärkte mit Fokus auf Pkw sowie die globale Verteilung der Produktionskapazitäten erläutert, anschließend Auslastung und globale Überkapazitäten thematisiert, um mit einer eigenen Prognose der globalen Absatzmärkte bis 2030 zu schließen. Neben den in Deutschland ansässigen Automobilherstellern wie Audi, BMW, Daimler, Ford Europe, Opel, Porsche und Volkswagen sind auch die Automobilzulieferer Gegenstand der Betrachtung.

Globale Absatzmärkte der heimischen Automobilindustrie

Die deutschen Automobilhersteller sind mit Vertriebs- und Produktionsaktivitäten global aktiv. Mit Ausnahme von Opel und Ford Europe, die aufgrund übergeordneter Konzernstrategien regionalen Vertriebsrestriktionen unterliegen, werden die Fahrzeuge der übrigen deutschen Hersteller in allen Regionen der Welt vertrieben. Trotz dieser Aufstellung als »Global Player« haben die großen deutschen Automobilhersteller nach wie vor ihren Stammsitz in Deutschland und entwickeln und produzieren hier einen Teil ihrer Produkte.

Die internationalen Absatzmärkte für Pkw aus heimischer Fertigung haben sich in den letzten Jahren deutlich verschoben. Wachstumsmärkte in aufstrebenden Schwellenländern, insbesondere in China, haben signifikant an Bedeutung gewonnen, während der Automobilabsatz in den traditionell großen Absatzmärkten Westeuropas und Nordamerikas stagnierte oder sogar zurückging. Die von deutschen Automobilherstellern in Deutschland produzierten Fahrzeuge gelangten zu 76 % in den Export. Lediglich knapp ein Viertel war für den inländischen Markt bestimmt. Für den deutschen Automobilexport sind drei Regionen von herausragender Bedeutung. Europa, worunter die EU-27-Staaten und die Mitgliedstaaten der Europäischen Freihandelsassoziation (Schweiz, Lichtenstein, Norwegen und Island) gefasst werden, ist die Zielregion Nummer 1 mit einem Anteil von etwa 57 %. Am zweitstärksten werden die Fahrzeuge im NAFTA-Raum (Kanada, USA und Mexiko) nachgefragt. Etwa 617.000 Fahrzeuge wurden in diese Region von Deutschland aus exportiert. An dritter Stelle der Exportregionen liegt mittlerweile China mit einem Anteil von 11 %. Damit vereinigen diese drei Regionen rund 83 % des Exportvolumens auf sich.

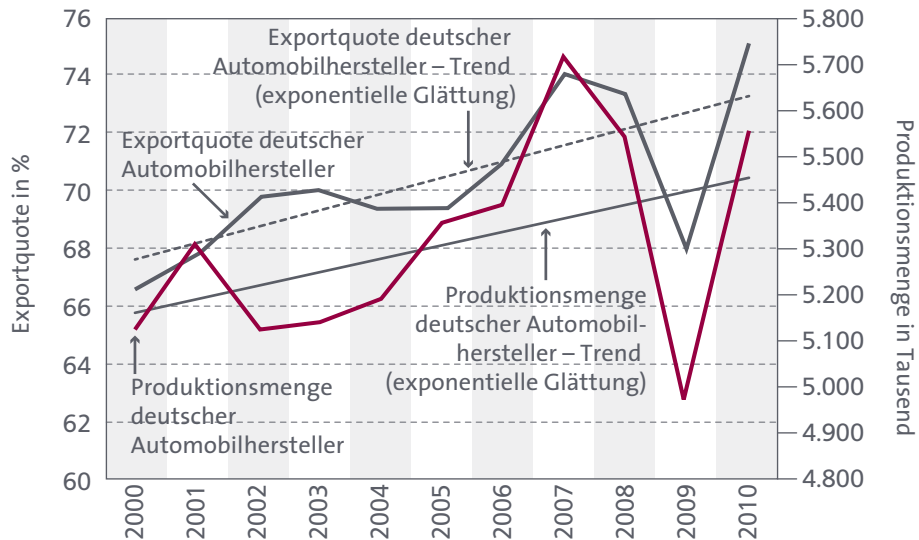
Im zeitlichen Verlauf von 2000 bis 2010 sind die Exportquoten der deutschen Automobilhersteller fast ste-

tig von 67 auf 75 % gestiegen. Dabei macht ein Vergleich der Ausbringungsmenge mit den Exportquoten deutlich, dass in der Vergangenheit das Wachstum der Ausbringungsmenge deutscher Produktionsstandorte fast ausschließlich durch die steigende Auslandsnachfrage nach deutschen Pkw induziert wurde (Abb. 1).

Die Exportquoten unterscheiden sich zwischen den Herstellern. Die niedrigste Quote mit 69 % weist Volkswagen auf. Der Volkswagen-Konzern verfolgt eine globale Produktionsstrategie mit dem Ziel, die einzelnen Länder bzw. Regionen durch Vor-Ort-Produktion zu versorgen. Die Quoten der Premihersteller Mercedes-Benz, BMW und Audi liegen zwischen 74 und 80 %. Porsche exportiert 82 % seiner Fahrzeuge. Obwohl Opel aufgrund von Vorgaben der Konzernmutter General Motors im Wesentlichen nur in den europäischen Wirtschaftsraum exportieren darf, führt das Unternehmen über 80 % der in deutschen Werken hergestellten Produkte in andere Länder aus. Die Ford-Werke in Deutschland erreichen einen ähnlichen Wert. In den einzelnen Segmenten unterscheiden sich die Exportquoten leicht. Die höchsten Anteile entfallen auf Kleinwagen (84 %) und Fahrzeuge der Oberklasse (82 %). Die Mittelklassefahrzeuge gehen zu 78 % in den Export, Kompaktwagen zu 71 %. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass für bestimmte Oberklassesegmente der deutschen Automobilhersteller China vor Westeuropa und Nordamerika bereits Absatzmarkt Nummer 1 ist.

Die Zulieferer der Automobilindustrie sind auf den ersten Blick anders aufgestellt. Wie die Auswertungen der im Rahmen des Innovationsreports »Zukunft der Automobilindustrie« durchgeführten Umfrage bei deutschen Automobilzulieferern zeigen, dominieren für diese im Mittel noch immer Deutschland und Europa als Absatzmärkte mit

ABB. 1 ENTWICKLUNG DER EXPORTQUOTE VON AUTOMOBILEN AUS DEUTSCHER HERSTELLUNG



Quelle: eigene Berechnungen auf Basis VDA 2011a

einem Umsatzanteil von gut 85 %. Allein auf Deutschland entfallen derzeit noch zwei Drittel der Umsätze. Dagegen sind die Umsatzanteile außereuropäischer Märkte und internationaler Wachstumsmärkte heute noch sehr überschaubar. China und der NAFTA-Raum folgen mit 5 bzw. 4 % Umsatzanteil an dritter und vierter Stelle. Südamerika, Indien und Russland liegen mit jeweils 1 bis 1,5 % Umsatzanteil noch deutlicher zurück. Im Vergleich zu den deutschen Automobilherstellern, die bereits einen hohen Anteil in China sowie nennenswerte Anteile ihres Umsatzes in anderen Wachstumsmärkten generieren, ist dies ein signifikanter Unterschied. Vor diesem Hintergrund ist zu vermuten, dass bislang die Belieferung eines Großteils der Märkte, insbesondere der europäischen Länder mit 85 % Umsatzanteil, durch geeignete Exportstrategien aus deutschen Werken zu bewerkstelligen war. Allerdings relativiert sich der große Anteil des deutschen Binnenmarkts an den Absatzvolumina angesichts der Exportquoten für Gesamtfahrzeuge. Betrachtet man diese Relation, so ist die indirekte Abhängigkeit der Zulieferer vom Export-

geschäft ungleich höher als die direkte Abhängigkeit vermuten lässt.

Globale Produktionsaktivitäten

Im Hinblick auf die Produktionsaktivitäten sind die deutschen Automobilhersteller global aufgestellt. Im Jahr 2010 fertigten sie nur rund 48 % der über 11,6 Mio. von ihnen produzierten Fahrzeuge im Inland. Die europäischen Standorte stellen die zweite tragende Säule für die deutschen Hersteller dar, obwohl ihre Bedeutung in der nahen Vergangenheit abgenommen hat. Sowohl die absoluten Produktionszahlen als auch die relativen Anteile sind in moderatem Maße rückläufig. Der dritt wichtigste Produktionsstandort ist die Volksrepublik China mit einem Anteil von über 15 % am Produktionsvolumen der deutschen Automobilhersteller. Auffallend sind die starken Zuwächse der nahen Vergangenheit. Deutsche Hersteller, allen voran der Volkswagen-Konzern, sind etablierte »Global Player« auf dem chinesischen Markt. Die Entwicklung der Volumina deutet darauf hin, dass China mittel-

fristig den europäischen Standorten den zweiten Rang streitig machen könnte. An vierter Stelle folgen die Produktionsstandorte in Südamerika, wobei hier in erster Linie die brasilianischen Standorte ins Gewicht fallen. Die konstanten Wachstumsraten haben dazu geführt, dass die südamerikanischen Standorte mittlerweile vor den nordamerikanischen liegen. Im Jahr 2010 haben deutsche Automobilhersteller im NAFTA-Raum rund 727.000 Fahrzeuge produziert, aber im südamerikanischen Raum über 931.000. Allerdings ist darin kein grundlegender Bedeutungsrückgang der nordamerikanischen Standorte zu sehen.

Der nordamerikanische Markt, vor allem die USA, wurde ab Mitte der 1990er Jahre produktionsseitig zunächst von BMW und Daimler-Benz erschlossen mit dem Ziel, durch lokale Produktion Währungsschwankungen auszugleichen. Nach Beendigung der Krise von 2008/2009 werden dort die Kapazitäten in moderatem Umfang ausgebaut. Seit 2011 ist auch der Volkswagen-Konzern in größerem Umfang in den USA aktiv, und die Konzerntochter Audi plant den Aufbau von Produktionskapazitäten in Mexiko (Audi AG 2012). In Afrika, vor allem in Südafrika, unterhalten deutsche Hersteller seit Jahrzehnten nennenswerte Produktionsstätten. Von den südafrikanischen Standorten aus werden in erster Linie Produkte für den lokalen Markt montiert bzw. die gefertigten Rechtslenkermodelle in weltweite Märkte exportiert.

Bislang spielen Produktionsstandorte in Russland und Indien eine untergeordnete Rolle. Ihre Volumenanteile belaufen sich im Jahr 2010 in Summe auf ungefähr 2 %. Allerdings könnte aufgrund positiver Marktprognosen, insbesondere für Indien, auch hier mit einer Ausweitung der Kapazitäten und der Produktionsvolumina zu rechnen sein. In den letzten Jahren zu beob-

achten war der Eintritt von fast allen deutschen Herstellern in den russischen Markt. Die bislang kleineren Produktionsstandorte besitzen ein erhebliches Ausbaupotenzial, wobei die in diesem TAB-Projekt erstellten, eher pessimistischen Prognosen des russischen Marktes diese Erwartungen infrage stellen.

Die Anzahl der am Produktionsstandort Deutschland hergestellten Fahrzeuge ist im Zeitraum von 2000 bis 2010 nur leicht von 5,2 Mio. Fahrzeugen auf 5,6 Mio. Einheiten gestiegen (Abb. 1). Im Vergleich zum gesamten Produktionswachstum der deutschen Automobilhersteller fällt der Anstieg unterdurchschnittlich aus. Allerdings lässt sich in diesem Zeitraum auch beobachten, dass in Deutschland die Produktionskapazitäten zusehends für die Herstellung von hochwertigen Premiumfahrzeugen genutzt werden, wohingegen Fahrzeuge mit wenig avancierter Technologieausstattung (Kleinwagen-, Kompaktwagen- oder Mittelklassesegmente) eher im Ausland hergestellt werden.

Über die globale Absatzverteilung hinaus wurden die Automobilzulieferer im Rahmen der Erhebung gefragt, in welchen Regionen außerhalb Deutschlands sie derzeit bereits über Produktions- bzw. FuE-Kapazitäten verfügen und ob sie bis ins Jahr 2020 den Aufbau neuer bzw. den Ausbau bestehender Kapazitäten planen. Demnach besitzen derzeit 23 % der deutschen Automobilzulieferer Produktionsstandorte in Osteuropa. An zweiter Stelle folgen China und der NAFTA-Raum, wo jeweils 21 % der Zulieferer über lokale Produktionsstandorte verfügen. Deutlich dahinter folgt Westeuropa mit 14 %, Südamerika sowie Indien mit jeweils 12 %. In Russland haben bislang nur 3 % der deutschen Zulieferer Produktionskapazitäten angesiedelt.

Dabei besteht ein signifikanter Unterschied zwischen Zulieferern, die direkt an die Automobilhersteller liefern, so-

genannte First-Tier-Zulieferer, und solchen, die nur mittelbar, beispielsweise über einen First-Tier-Zulieferer, mit dem Automobilhersteller verbunden sind. Letztere werden als Second-Tier-Zulieferer bezeichnet. So sind First-Tier-Zulieferer deutlich häufiger mit Produktionskapazitäten im Ausland vertreten als Second-Tier-Zulieferer. Über größere Anteile verfügen sie vor allem in China (34 gegenüber 9 % bei »second tier«), Indien (22 vs. 0 % bei »second tier«) und Südamerika (22 vs. 2 % bei »second tier«). Die Vor-Ort-Präsenz der First-Tier-Zulieferer ist aber auch in der NAFTA-Region (30 %), Ost- (30 %) und Westeuropa (20 %) jeweils etwa doppelt so hoch wie die der Zulieferer der zweiten und höherer Stufen.

Hinter dieser Tendenz lässt sich wiederum das Follow-the-Customer-Motiv vermuten. Gerade Zulieferer auf der ersten Stufe werden von ihren Automobilkunden – den Automobilherstellern – häufiger angefragt, direkt in der Nähe ihrer Auslandswerke zu produzieren, um auch weiterhin Just-in-Time- und Just-in-Sequence-Strategien realisieren zu können. Die Entscheidungsspielräume für die Zulieferer sind bei solchen Konstellationen zumeist sehr beschränkt. Im Falle von überseeischen Wachstumsmärkten bieten solche Anfragen aber auch die Möglichkeit, mit einigermaßen gesicherten Absatzmengen aktiv eine lokale Produktionspräsenz aufzubauen und von dieser aus den Versuch zu unternehmen, sich in lokale Wertschöpfungsketten einzuklinken. In welchem Umfang dies den deutschen Zulieferern in den Wachstumsmärkten bislang bereits gelungen ist, muss an dieser Stelle allerdings offen bleiben.

Globale Überkapazitäten und mögliche Folgen für die Automobilindustrie

Überkapazitäten in der Automobilindustrie sind seit geraumer Zeit eine viru-

lente und vielfach diskutierte Thematik. Überkapazitäten liegen vor, wenn für die Ausstattung eines Unternehmens mit Produktionsmitteln nicht genügend Beschäftigungsmöglichkeiten bestehen (Gabler 1997, S. 3839). Solche Überkapazitäten entstehen durch Fehlinvestitionen, sie können aber auch strategisch bewusst geplant werden (Terporten 1999, S. 230 ff.), beispielsweise um konjunkturelle Nachfrageschwankungen kurzfristig ausgleichen zu können. Langfristig hingegen sind in größerem Maße unterausgelastete Produktionskapazitäten betriebswirtschaftlich aufgrund der damit verbundenen Fixkosten kaum tragbar und müssen korrigiert werden.

2010 lagen die Überkapazitäten der deutschen Automobilhersteller weltweit bei knapp 2,9 Mio. Einheiten. Somit waren die Kapazitäten im Durchschnitt mit 82 % ausgelastet, was in etwa dem globalen Durchschnitt über alle Automobilhersteller hinweg entspricht.

Die Produktionskapazitäten in Deutschland konnten die Hersteller 2010 wieder zu einem hohen Grad nutzen, die Auslastung der Werke lag durchschnittlich bei 87 %. Die Ausnahme stellen die Werke von Opel dar, die zu mindestens einem Viertel nicht ausgelastet sind. Die seit längerer Zeit anhaltende Unterauslastung der Werke ist mitverantwortlich für die aktuelle wirtschaftliche Schiefelage von Opel.

Generell schlechter sieht die Lage im europäischen Ausland aus. Hier sind die größten regionalen Überkapazitäten der globalen Automobilindustrie, aber auch der deutschen Hersteller angesiedelt. Im Zeitraum von 2007 bis 2010 fiel die Ausbringungsmenge von 4,5 Mio. Einheiten um 19 % auf 3,7 Mio. Einheiten – mit der Konsequenz, dass die durchschnittliche Auslastung der Werke auf 68 % fiel. Mit Ausnahme von BMW sind die Werke deutscher Hersteller im europä-

ischen Ausland nur zu zwei Dritteln ausgelastet.

In Nordamerika verfügen deutsche Hersteller über Kapazitäten zur Fertigung von rund 800.000 Fahrzeugen, deren Auslastungsgrad zuletzt bei 90 % lag. In der Volksrepublik China haben die deutschen Automobilhersteller ihre Produktionskapazitäten von 2007 bis 2010 mehr als verdoppelt. Damit standen ihnen 2010 Kapazitäten zur Produktion von über 2 Mio. Einheiten zur Verfügung, die aufgrund der starken Marktnachfrage quasi vollständig beansprucht wurden. Ähnlich gut waren die Kapazitäten deutscher Hersteller in Südamerika ausgelastet.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die deutschen Automobilhersteller – nach dem Einbruch im Jahr 2009 – auch dank der Exporterfolge die bestehenden Produktionskapazitäten in Deutschland wieder zu einem hohen Grad auslasten können. Einschränkend muss angeführt werden, dass in den letzten Jahren keine wesentliche Erweiterung der Kapazitäten in Deutschland stattgefunden hat, sondern eher auf eine hohe Auslastung gesetzt wurde (mit Ausnahme der Opel-Werke). Insgesamt sind hohe Überkapazitäten im europäischen Ausland angesiedelt. Die Werke deutscher Hersteller sind dort nur zu zwei Dritteln ausgelastet, und die getrübbten Marktaussichten lassen auch keine Besserung durch Absatzsteigerungen innerhalb dieser Regionen erwarten.

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG IN DEN PKW-ABSATZMÄRKTEN

Aufgrund der hohen Exportabhängigkeit der deutschen Automobilhersteller ist die Entwicklung der weltweiten Märkte von großer Bedeutung. Grundsätzlich sollte zwischen den BRICS- (Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika) und den Triade-Staa-

ten (EU, USA, Japan) unterschieden werden. Beide Märkte decken zurzeit zusammen etwa 88 % der weltweiten Nachfrage ab (VDA 2011b). Somit ist zur Abschätzung zukünftiger Entwicklungen eine Fokussierung auf diese Märkte zunächst ausreichend.

Die globalen Automobilmärkte befinden sich seit wenigen Jahren im Umbruch. Im Gegensatz zur Stagnation der Absatzzahlen auf den stark entwickelten Märkten wie den USA, Japan und der EU weisen die BRICS-Märkte ein starkes Absatzwachstum auf. Die Kundenanforderungen unterscheiden sich allerdings teilweise deutlich von denjenigen traditioneller Absatzmärkte. Gerade in dicht besiedelten Ländern wie China und Indien mit im Durchschnitt niedrigen und mittleren Einkommen spielen Klein- und Minisegmente eine sehr große Rolle. Gleichzeitig ist in manchen Schwellenländern aber auch ein starkes Wachstum der Oberklassensegmente zu beobachten. Da jedes Land spezifische Eigenheiten aufweist, wird im Folgenden detailliert auf die einzelnen Märkte eingegangen. Besonders relevant für die Einschätzung der zukünftigen Entwicklungen ist einerseits die erwartete wirtschaftliche Entwicklung (PwC 2011) sowie der prognostizierte demografische Trend in den einzelnen Ländern (United Nations 2004).

MARKTENTWICKLUNG DER BRICS-LÄNDER BIS 2030

Brasilien weist schon seit einigen Jahren eine sehr dynamische Volkswirtschaft auf. Wachsender Wohlstand gerade in den urbanen Gebieten der Ostküste führt zu einer steigenden Nachfrage nach neuen Pkw. Nahezu sämtliche Prognosen zeichnen sowohl für die Bevölkerungsentwicklung als auch für das Wirtschaftswachstum ein positives Bild. Brasilien wird wohl auch in Zukunft der größte und dynamischste Markt in Südamerika bleiben. Aus

technischer Sicht weist der brasilianische Markt die Besonderheit des sehr hohen Anteils an Flex-Fuel-Fahrzeugen auf. Dies erlaubt sowohl das Tanken von fossilem Benzin als auch von Bioethanol mit bis zu 95 % Anteil am Kraftstoffgemisch und ermöglicht so die Nutzung der hohen Potenziale zur Bioethanolproduktion in Brasilien. Da der Marktanteil von Flex-Fuel-Pkw bei Neuwagen heute bei über 80 % liegt, müssen alle in Brasilien aktiven Hersteller diese Fahrzeuge mit leicht modifiziertem Verbrennungsmotor bzw. entsprechender Kraftstoffversorgung anbieten. Neben dieser technischen Besonderheit zeichnet sich der brasilianische Markt durch einen verhältnismäßig hohen Anteil an höherwertigen Segmenten aus. Kombiniert mit den Wachstumsaussichten wird Brasilien in Zukunft für die deutschen Automobilhersteller an Wichtigkeit gewinnen.

Die Einschätzung der Situation in Russland gestaltet sich schwieriger. Zum einen führt die starke Abhängigkeit der Wirtschaft von Rohstoffexporten dazu, dass Prognosen des Wirtschaftswachstums schwieriger als in anderen Ländern sind, bzw. stark von der Entwicklung der schwankenden Rohstoffpreise beeinflusst werden können. Zum anderen finden in Russland derzeit neben einer bereits stagnierenden und demnächst abnehmenden Bevölkerung auch Bevölkerungswanderungen von ländlichen Gegenden in die urbanen Regionen statt. Die Folgen dieser Entwicklungen für den Pkw-Markt können zweierlei sein: Zum einen sinkt der Pkw-Bedarf im städtischen Bereich im Vergleich mit dem ländlichen Raum; zum anderen wächst das durchschnittliche Einkommen, sodass durch höhere Kaufkraft mehr Pkw nachgefragt werden könnten. Insgesamt wird nur ein moderates Wachstum des Pkw-Marktes erwartet. Der stark von den russischen Herstellern dominierte Markt scheint auch in Zukunft für die deutschen Hersteller schwierig zu erschließen.

ßen zu sein. Ausgenommen hiervon ist das Luxussegment, das sich in Russland wachsender Beliebtheit erfreut.

Indien wird oftmals wegen der ähnlich hohen Bevölkerungszahl mit China verglichen, und zugleich wird auch eine ähnliche wirtschaftliche Entwicklung erwartet. Die beiden Länder sind aber faktisch sehr unterschiedlich. Indien setzt stärker auf ein organisches Wachstum über den Binnenmarkt, und es dominiert zudem der Dienstleistungssektor mit einem niedrigeren Lohnniveau. Zugleich wächst die indische Bevölkerung immens, während in China staatliche Regulierung zu einem deutlichen Rückgang der Geburten geführt hat. Der wachsende Wohlstand verteilt sich in Indien somit auf mehr Personen, und das niedrigere Pro-Kopf-Einkommen führt dazu, dass eher kleinere Fahrzeuge angeschafft werden. Dies bestätigt der Markt: In den letzten Jahren wurden dort etwa zwei Drittel aller Neufahrzeuge als Kleinfahrzeuge verkauft. Allerdings scheinen die Kleinwagen der deutschen Volumenhersteller für den indischen Markt offensichtlich zu teuer zu sein. Doch auch in Indien dürfte eine wachsende Oberschicht zukünftig stärkeres Interesse an Fahrzeugen aus der Oberklasse deutscher Premiumhersteller zeigen. Aufgrund der mittel- und langfristigen Wachstumspotenziale des indischen Marktes sollten die deutschen Automobilhersteller diesen beobachten und testen, ob und welche (Premium-)Fahrzeuge unterhalb der Oberklasse zukünftig Markterfolg haben könnten. Indien sollte als Wild-Card der zukünftigen globalen Pkw-Märkte aufgefasst werden.

China wies in der letzten Dekade das stärkste Wirtschaftswachstum auf. Mit BIP-Wachstumsraten pro Kopf von konstant über 8 % ist das Land weltweit der Spitzenreiter. Es wird zwar erwartet, dass diese Raten sich abschwächen, aber im globalen Vergleich

werden sie immer noch ein sehr hohes Niveau aufweisen. Neben diesem starken Wirtschaftswachstum sind zudem die Auswirkungen der chinesischen Ein-Kind-Politik erkennbar. Die Zunahme der Bevölkerung verlangsamt sich deutlich und wird bis 2030 in eine Stagnation übergehen. Das zukünftige Wirtschaftswachstum wird sich so auf weniger Personen verteilen als in den vergangenen Jahren. Die Bedeutung für den Automobilmarkt ist offensichtlich. Die sehr niedrige Pkw-Besitzrate und das Streben nach Statussymbolen werden den chinesischen Markt noch in den nächsten Jahren prägen. Somit bleibt dieser Markt sowohl aus Gründen des generellen Marktwachstums als auch wegen der Bedeutung des Premiumsegments vielversprechend.

Südafrika spielt als Absatzmarkt bisher nur eine untergeordnete Rolle. Die relativ geringen Verkaufszahlen mit deutlich unter 1 Mio. Fahrzeugen pro Jahr machen diesen Markt für die deutschen Hersteller wenig attraktiv. Im Gegensatz zu anderen BRICS-Staaten lässt sich auch keine nennenswerte Absatzsteigerung in den vergangenen Jahren beobachten. Nicht zu unterschätzen hingegen ist der Gebrauchtwagenmarkt. Mittlerweile wird ein Großteil der in der EU ausrangierten Fahrzeuge nach Afrika verschifft. Diese landen zwar auch in anderen afrikanischen Ländern, sorgen aber dafür, dass in Südafrika selbst die Pkw-Dichte im Vergleich zu anderen BRICS-Staaten relativ hoch ist. Es ist anzunehmen, dass auch in Zukunft das Wachstum der Neuwagenverkäufe eher moderat ausfallen und der Markt weiterhin von den Gebrauchtwagen dominiert wird.

MARKTENTWICKLUNG DER TRIADE-LÄNDER BIS 2030

Der nordamerikanische Markt wird maßgeblich durch die USA geprägt. Bis vor Kurzem handelte es sich dabei auch um den weltgrößten Absatzmarkt.

2009/2010 wurden die USA jedoch erstmals von China übertroffen. Niedrige Energiepreise trugen in der Vergangenheit genauso wie die großzügig angelegten Straßen und autofreundlichen Städte dazu bei, dass in den USA der Anteil von großen Fahrzeugen immer überdurchschnittlich hoch lag. Auch heute noch prägen große Pick-ups und Limousinen das Straßenbild, und die Mittel- und Oberklassefahrzeuge können kontinuierlich einen guten Absatz erzielen. Trotz der Wirtschafts- und Finanzkrise von 2008/2009 und hoher Arbeitslosigkeit wird weiterhin davon ausgegangen, dass sich die USA in Zukunft wirtschaftlich positiv entwickeln werden. Gestützt werden diese positiven Aussichten durch eine wachsende Bevölkerung, die nicht von Überalterung geprägt sein wird wie die europäische oder japanische. Da in den USA zudem tendenziell höherpreisige Automobilssegmente abgesetzt werden, bleibt dieser Markt für die deutschen Automobilbauer weiterhin ein starker Absatzmarkt – wobei die deutschen Hersteller neben ihrer Stellung als Premiumanbieter aufgrund der amerikanischen Effizienzgesetzgebung auch vermehrt von ihrem Angebot an hocheffizienten Fahrzeugen profitieren dürften.

Die Europäische Union liefert momentan ein divergentes Bild. Während die nord- und mitteleuropäischen Märkte stabil sind, setzt sich in süd- und osteuropäischen Ländern der Absatzeinbruch fort. Die Überwindung von Schulden-, Wirtschafts- und Finanzkrise wird vermutlich noch einige Jahre in Anspruch nehmen. Die Bevölkerungsentwicklung stagniert auch in Süd- und Osteuropa bereits heute, und in vielen Ländern ist eine starke Alterung der Gesellschaft absehbar. Ausgenommen davon sind Frankreich und die skandinavischen Länder. Durch den auch zukünftig hohen Anteil der Neuwagen in der Ober- und oberen Mittelklasse, der in Europa und insbesondere in Deutschland abgesetzt werden

kann, bleibt für die Premiumhersteller der europäische Markt weiterhin von großer Relevanz. Insbesondere der Absatz von Firmenwagen stützt diese Segmente. Hier bleibt abzuwarten, ob die vorteilhaften (steuerlichen) Regelungen aus den letzten Jahren zukünftig eingeschränkt werden. Zwei weitere Trends aus den letzten Jahren sollten ebenfalls im Fokus bleiben: Trotz des Wachstums im Sport-Utility-Vehicle-Segment zeigt sich in Verbindung mit den Energiekostensteigerungen auch ein – noch verhaltener – Trend zu kleineren, energieeffizienten Fahrzeugen. Dieser könnte durch den sich abzeichnenden Markterfolg von neuen Mobilitätskonzepten verstärkt werden.

Der japanische Markt ist momentan sehr schwer einzuschätzen. Während vor zwei Jahren noch von einer Erholung der Wirtschaft nach der Krise 2009 auszugehen war, scheinen die Aussichten nach dem Reaktorunglück in Fukushima und den Folgen des Tsunamis nunmehr ungewiss. Es ist durchaus denkbar, dass vom Aufbau nach der Katastrophe und einem sich abzeichnenden Umbau des Energiesystems positive Effekte auf die Wirtschaft ausgehen. Andererseits kämpft der ja-

panische Staat mit der weltweit höchsten Staatsverschuldung im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt. Die demografische Entwicklung weist ähnlich wie in Deutschland einen leichten Rückgang der Bevölkerung und zukünftig eine starke Überalterung auf. Dies wird vermutlich zur Folge haben, dass die Absatzzahlen auf dem weitestgehend gesättigten Markt leicht zurückgehen werden. Zwar ist die Segmentstruktur sehr ähnlich zu der in den europäischen Märkten und wäre somit durchaus interessant für deutsche Hersteller, jedoch kaufen japanische Kunden hauptsächlich im eigenen Land hergestellte Pkw. Dieser Markt dürfte also trotz interessantem Volumen auch in Zukunft für deutsche Hersteller nur eine untergeordnete Rolle spielen.

VERGLEICH DER MARKTPROGNOSEN VON TRIADE- UND BRICS-LÄNDERN

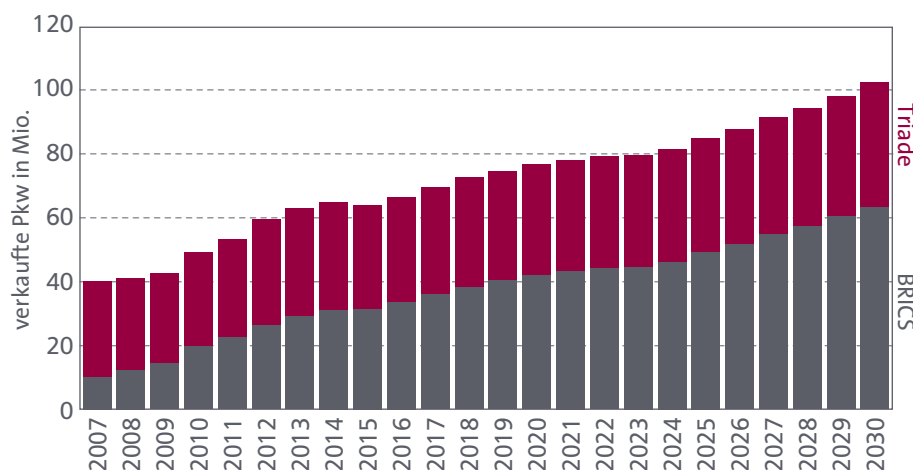
Die Analysen verdeutlichen, dass die relevanten Märkte sehr unterschiedlichen Entwicklungen unterliegen. Basierend auf den zuvor beschriebenen Erkenntnissen der länderspezifischen Marktentwicklungen zeigen Berechnungen bis 2030 knapp eine Verdopp-

lung der Verkaufszahlen auf den Triade- und BRICS-Märkten im Vergleich zu 2011. Während allerdings 2011 noch die Mehrzahl der Pkw auf den klassischen Märkten der Triade verkauft wurde, wird sich dies in Zukunft deutlich ändern und sich das Gewicht der Neverkäufe bis 2030 stark zu den BRICS-Staaten verlagern (Abb. 2). Die BRICS-Märkte sind dann etwa 2,5-mal so groß wie heute, angetrieben durch den chinesischen Markt. Weltweit werden 2030 voraussichtlich etwa 125 Mio. Neufahrzeuge jährlich abgesetzt.

FAZIT UND AUSBLICK

Die deutsche Automobilindustrie ist bei Produktion und Absatz global aufgestellt. Weniger als die Hälfte der von ihr hergestellten Fahrzeuge stammt aus Deutschland, etwas mehr als ein Zehntel der gesamten Produktion wird in Deutschland verkauft. In der Vergangenheit erhöhte sich die Exportabhängigkeit der deutschen Automobilhersteller stetig. Heute gehen drei Viertel der in Deutschland hergestellten Pkw in den Export. Besonders die Absatzmärkte in den USA und der übrigen EU sind von großer Bedeutung.

ABB. 2 WELTWEITE ENTWICKLUNG DER VERKAUFSZAHLEN IN DEN BRICS- UND TRIADE-MÄRKTEN



Eigene Darstellung

In den letzten Jahren wurden zunehmend auch Pkw nach China und Brasilien exportiert. Gerade in diesen beiden aufstrebenden Schwellenländern ist zukünftig mit einem großen Absatzwachstum und großen Chancen für die deutschen Automobilhersteller zu rechnen. In beiden Märkten werden auch vermehrt Fahrzeuge höherpreisiger Segmente und Fahrzeuge mit Premiumattributen nachgefragt. Die deutsche Automobilindustrie reagierte in der Vergangenheit bereits auf diese Trends und installierte dort regionale Produktionsstätten. Neben Brasilien und China werden die Absatzzahlen auch in Indien deutlich steigen. Dieser Markt scheint aber aufgrund des hohen Anteils von Kleinfahrzeugen für die deutsche Au-

tomobilindustrie heute nicht von gleich großer Bedeutung zu sein. Mittel- bis langfristig könnte sich das ändern, sodass aufgrund der Marktgröße auch Indien für deutsche Automobilhersteller interessant werden könnte.

Es zeichnet sich ab, dass die deutschen Automobilhersteller Premiumfahrzeuge auch zukünftig weiter in Deutschland fertigen werden, während bei Klein- und Mittelklassefahrzeugen ohne Premiumcharakter die Produktionsanlagen zunehmend in die Absatzmärkte verlegt werden dürften. Da wachsende Absatzzahlen in diesen Marktsegmenten vor allem außerhalb Europas erwartet werden, bedeutet dies einen weiter steigenden Druck auf die Kapazitätsauslastung der europäischen Werke. Global hätten 2010 über 75 Mio. Fahrzeuge hergestellt werden können, es wurden aber nur knapp 62 Mio. produziert, was einer Auslastung von rund 81 % entspricht. Die Auslastung variiert regional deutlich.

Während die Werke deutscher Hersteller innerhalb Deutschlands sehr gut ausgelastet sind, leiden sie im übrigen Europa unter den im globalen Maßstab größten regionalen Überkapazitäten und damit einer wesentlich niedrigeren Auslastung. Parallel zum Ausbau der Produktionskapazitäten in Schwellenländern wird im europäischen Ausland daher mit einem Abbau der Überkapazitäten zu rechnen sein. Dabei wird die Höhe des Kapazitätsabbaus in den EU-Staaten davon abhängen, ob und wie sich die EU-Wirtschaft in den kommenden Jahren von der Finanz- und Schuldenkrise erholt.

Christoph Zanker, Wolfgang Schade

LITERATUR

Audi AG (2012): Audi wird in Mexiko produzieren und setzt seine Internationalisierung fort. Pressemitteilung vom 19.04.2012, www.audi.de/

de/brand/de/unternehmen/aktuelles-detail.2012~04~audi_wird_in_mexiko.html

Gabler (Hg.) (1997): Gabler Wirtschaftslexikon. Wiesbaden

PwC (PricewaterhouseCoopers) (2011): The World in 2050. The accelerating shift of global economic power: challenges and opportunities (Hawthornthwaite, J., Tiwari, A.). London

Terporten, M. (1999): Wettbewerb in der Automobilindustrie. Duisburg

United Nations (2004): World Population to 2300. New York

VDA (Verband der Automobilindustrie) (2011a): Daten zur Automobilwirtschaft Ausgabe 2011. Berlin

VDA (Verband der Automobilindustrie) (Hg.) (2011b): International Auto Statistics, Berlin

NEUE MOBILITÄTSKONZEPTE – DIE ZUKUNFT DER AUTOMOBILINDUSTRIE?

Derzeit steht die globale Automobilindustrie vor großen Umbrüchen: Neue Automobilmärkte gewinnen rasch an Bedeutung. China hat sich zum weltgrößten Neuwagenmarkt bei Pkw entwickelt, während der Absatz auf etablierten Märkten in der sogenannten Triade (EU, Japan, USA) zu stagnieren beginnt. Gleichzeitig verdoppelten sich die Produktionskapazitäten in China von 2008 bis 2010. Der Aufbau von Produktionskapazitäten in den heute wachsenden Automobilmärkten bei gleichzeitiger Anpassung der zu großen Kapazitäten in Europa stellen große Herausforderungen auf den sich verändernden Produktions- und Absatzmärkten der Automobilindustrie dar. Zudem wandeln sich die zentralen Rahmenbedingungen: Die Preise für fossile Energieträger steigen und der Straßenverkehr wird einen Beitrag zum Klimaschutz leisten müssen – in Europa und global. Diese Veränderungen werden eine Innovations- und Marktdynamik zur Anpassung des Automobils und seiner Nutzung auslösen, die zu einer Diversifizierung der Antriebskonzepte sowohl hin zu hocheffizienten als auch zu alternativen Antrieben führt, aber auch die Einführung neuer Mobilitätskonzepte attraktiv macht.

Dieser Schwerpunktbeitrag diskutiert – als Ausschnitt aus dem Ende des Jahres erscheinenden Innovationsreport »Zukunft der Automobilindustrie« – einen ganz spezifischen Aspekt der genannten Veränderungen: die potenzielle Einführung neuer, vernetzter Mobilitätskonzepte insbesondere im urbanen Raum. Aus drei Gründen ist dieser besondere Fokus von Bedeutung:

- > Ein deutlich zunehmender Anteil der Weltbevölkerung wird zukünftig in urbanen Räumen leben.
- > Neue Mobilitätskonzepte besitzen bei massivem Ausbau das Potenzial, die Absatzmärkte für neue Pkw deutlich zu verringern und in ihrer Segmentierung zu verändern, sodass der Produktumsatz der globalen Automobilindustrie gegenüber Trendscenarien zurückgehen dürfte.
- > Die neuen Mobilitätskonzepte bieten auch neue Marktchancen, die entweder durch Automobilhersteller oder andere Akteure inner- und außerhalb des Marktes der Mobilitätsdienstleistungen wahrgenommen werden könnten.

BAUSTEINE NEUER MOBILITÄTSKONZEPTE

Der Wandel vergangener Mobilitätskonzepte war eng mit dem Aufkom-

men neuer Verkehrsmittel verknüpft: Dampfschiff, Eisenbahn und Automobil. Die Verdrängung der Eisenbahn durch das Automobil brachte gleichzeitig eine neue Form der Nutzung hervor: das private Fahrzeug mit einem Mobilitätskonzept, das heute noch mit Freiheit und grenzenloser Erreichbarkeit assoziiert wird. Neue Mobilitätskonzepte können also auf verschiedene Weise entstehen:

- > durch neue Arten von Fahrzeugen,
- > durch neue Formen der Nutzung von Fahrzeugen, und zukünftig auch
- > durch verbesserte Vernetzung der verschiedenen Verkehrsmittel, welche eine flexible multimodale Mobilität eröffnet.

Neue Arten von Fahrzeugen – etwa elektrisch angetriebene Fahrräder (sogenannte Pedelecs und E-Bikes), elektrische Scooter (Vespa-ähnliche E-Roller), elektrische Stehroller (z. B. Segway, Winglet) oder elektrische Zweisitzer (z. B. Renault Twizy, Hiriko) – entwickeln sich zurzeit vor allem für die Nutzung im Stadtverkehr. Diese Fahrzeuge sind zum einen klein und wendig, können aber oftmals nur ein bis zwei Personen befördern, und zum anderen werden sie batterieelektrisch angetrieben. Der ge-

ringe Platzbedarf macht sie interessant für die Städte, und der elektrische Antrieb bzw. die Unterstützung bei E-Bikes schafft neue Einsatz- und Anwendungsmöglichkeiten für die Nutzer generell, insbesondere für ältere Nutzer – bei technisch zugleich niedrigem Energieverbrauch und hoher Energieeffizienz.

Neue bzw. alternative Formen der Nutzung von Fahrzeugen lassen sich unter zwei Hauptbegriffen zusammenfassen: »Nutzen statt besitzen« und »Teilen«. Häufig werden die Begriffe nicht klar unterschieden und damit missverständlich. »Nutzen statt besitzen« bezieht sich darauf, dass das Eigentum eines Fahrzeugs nicht mehr beim Fahrzeugnutzer liegt. Hierunter fallen öffentliche Car- und Bikesharingsysteme, die von Unternehmen als Besitzer der Fahrzeuge betrieben werden. Der Begriff »Teilen« bedeutet, dass Fahrten untereinander koordiniert und so die Kosten auf mehrere Nutzer verteilt werden. Hier können neben Mitfahrgelegenheiten auch Systeme wie das private Autoteilen, bei dem die Teilenden auch das Auto besitzen, und kommerzielle Anbieter wie z. B. »DeinBus«, bei dem im Auftrag der Teilenden eine Busfahrt organisiert wird, eingeordnet werden. Aus Nutzersicht liegt ein großer Vorteil von »Nutzen statt besitzen« gegenüber »Teilen« in der vollständigen Übernahme aller fahrzeugseitigen Dienstleistungen wie z. B. regelmäßige Wartung, Reparaturarbeiten, Reifen- und Ölwechsel. Im Folgenden werden die vier zentralen Formen der neuen Nutzung von Fahrzeugen kurz erläutert.

KLASSISCHES CARSHARING

Das klassische Carsharing findet sich in einigen deutschen Städten schon seit 20 Jahren. Gegen eine geringe monatliche Grundgebühr (z. B. 5 Euro) wird die Nutzung eines Fahrzeugpools von

verschiedenen Fahrzeugtypen ermöglicht. Die Fahrzeuge sind festen Stationen zugeordnet und müssen dort abgeholt und auch wieder abgestellt werden. Vor Fahrtantritt muss eine Reservierung des Fahrzeugs für den gewünschten Zeitraum vorgenommen werden. Je nach Verfügbarkeit ist dies mit wenigen Minuten Vorlauf möglich. Neben der Grundgebühr fallen Kilometer- und Zeitkosten an. Der Vorteil des klassischen Carsharings liegt im Zugriff auf eine breite Palette von Fahrzeugen, vom wendigen Zweisitzer für die Stadt über das Cabrio für den Schönwettertagesausflug bis zum Neunsitzer für den Wochenendausflug der Großfamilie. Einschränkungen der Flexibilität bestehen insbesondere in der Pflicht zur Reservierung und der Fahrzeugrückgabe an der Abholstation.

FLEXIBLES CARSHARING

Das flexible Carsharing wurde 2009 in Ulm durch die Daimler AG eingeführt. Es macht eine Spontannutzung ohne Reservierung möglich, vorausgesetzt, ein freies Fahrzeug ist in der Nähe verfügbar. Eine Pflicht zur Rückgabe eines Fahrzeugs an einer bestimmten Station besteht nicht, sondern an jedem Zielort innerhalb einer vorgeschriebenen Region ist die Abgabe möglich. Neben einer Anmeldegebühr bezahlt der Nutzer lediglich die bei der Fahrt entstehenden Zeitkosten. Eine vorherige Festlegung des Nutzungszeitraums ist nicht nötig. Der Vorteil des Systems liegt also vor allem in der Rückgabeoption an verschiedenen Zielorten und in der verbesserten Spontannutzung. Dem steht der Nachteil gegenüber, dass zu meist nur eine oder zwei verschiedene kleine Fahrzeugkategorien angeboten werden. Damit steht diese Form des Carsharings eher im Wettbewerb mit ÖPNV und Fahrrad, während die klassische Form eher im Wettbewerb mit dem privaten Pkw steht.

BIKESHARING

Was Carsharing für den Pkw-Bereich ermöglicht, bietet Bikesharing für das Fahrrad. Oft wird beim Bikesharing nur eine Einmalgebühr z. B. für ein Jahr (ca. 25 bis 40 Euro) oder eine Woche (ca. 5 bis 10 Euro) fällig, und die Fahrradnutzung innerhalb eines begrenzten Zeitraums von meistens 30 Minuten pro Ausleihe bleibt frei. Damit ist das Leihfahrrad die wohl kostengünstigste Mobilitätsoption im urbanen Raum. Zusätzliche Kosten können für längere Nutzungsdauern anfallen. Auch hier kann unterschieden werden zwischen »stationsgebundenen« und »flexiblen« Konzepten. Stationsgebundene Systeme ermöglichen die Entleihe eines Fahrrads durch Eingabe eines Codes oder mittels einer Magnetkarte am Terminal. Flexible Systeme erforderten bisher eine kompliziertere Buchung über ein Mobiltelefon, über welches auch die Zugangsdaten zum gewählten Fahrrad übermittelt wurden. In Deutschland wurden bis 2011 die meisten Fahrräder im flexiblen System der DB AG (»Call a bike«) angeboten, während im europäischen Ausland, in Kanada und den USA die stationsgebundenen Systeme durch ihre einfacheren Ausleihverfahren wesentlich erfolgreicher waren. Deshalb werden auch in Deutschland die flexiblen Systeme zunehmend ersetzt oder zumindest durch stationäre Systeme ergänzt.

(ECHTZEIT-)MITFAHRGEGELENHEITEN

Mitfahrgelegenheiten bieten Privatpersonen die Möglichkeit, bei Fahrten freie Plätze im Pkw zur Verfügung zu stellen bzw. diese zu nutzen. Grundsätzlich existieren organisierte Mitfahrgelegenheiten in Form von Mitfahrzentralen seit mindestens 20 Jahren. Durch das Aufkommen des Internets und von Smartphones entwickelt sich aus den statischen, papier-

gebundenen Angeboten der Vergangenheit zunehmend ein elektronischer Marktplatz – in urbanen Räumen bis hin zu einer Ad-hoc-Mitfahroption: Das heißt, auch bei kurzfristiger Entscheidung für eine Fahrt kann über das Smartphone in Echtzeit noch eine Mitfahrt organisiert werden. Mittlerweile nutzen auch Firmen diese Möglichkeiten, um interne Fahrten besser auszulasten. Solche Echtzeitmitfahrgelegenheiten können ein ergänzender Baustein in neuen Mobilitätskonzepten darstellen.

ÖFFENTLICHER VERKEHR

Neben diesen neuen Nutzungsformen wird der bereits existierende öffentliche Verkehr (ÖV) aufgrund seiner Kapazitätsvorteile in urbanen Räumen eine wichtige Rolle in den neuen Mobilitätskonzepten spielen. Voraussetzung dafür ist neben dem Angebot von modernen, komfortablen und sauberen Fahrzeugen auch eine Weiterentwicklung der Informations-, Zugangs- und Nutzungsmöglichkeiten des ÖV. Dazu gehören die elektronische Bereitstellung von Fahrplan-, Wegekett- und Verspätungsinformationen für moderne IKT-Medien (insbesondere Smartphones) sowie das entsprechende E-Ticketing.

Der Erfolg neuer Mobilitätskonzepte hängt auch davon ab, ob bzw. in welchem Umfang das private Auto seinen Wert als Statussymbol verliert und wie die Akzeptanz des ÖV und des Fahrrads sich zukünftig entwickeln wird. Erste Trends (sogenannte »weak signals«) lassen sich bereits beobachten (der empirische Beweis kann naturgemäß erst im Nachhinein, d. h. nach erfolgtem Wertewandel, erbracht werden). Bratzel/Lehmann (2010) ermitteln in ihrer Studie, dass bereits rund 30 % der Generation der 18- bis 25-Jährigen nicht mehr bereit sind, für die mögliche Anschaffung eines Autos auf eine

andere große Anschaffung zu verzichten (Abb. 1, oben).

Zumkeller et al. (2011) zeigen anhand des deutschen Mobilitätspanels (MOP), dass die Nutzung der Verkehrsmittel seit dem Zeitraum von 1996 bis 2000 deutlich flexibler geworden ist (Abb. 1, unten). Bis zum Befragungszeitraum von 2006 bis 2010 ging der Anteil der Nur-Pkw-Nutzer (MIV) von 39 auf 25 % zurück, während der Anteil der Nur-ÖV-Nutzer von 10 auf 18 % anstieg. Die Anteile

multimodaler Nutzer nahmen von 7 auf 12 % (Rad und ÖV) bzw. von 7 auf 10 % (alle Verkehrsmittel) zu. Ähnlich fällt ein Vergleich der regelmäßigen Umfrage »Mobilität in Deutschland« (MiD) aus: 2008 war der Anteil der ÖV-Nutzung in Städten mit mehr als 100.000 Einwohnern gegenüber der Befragung aus 2002 um 50 % gewachsen und belief sich 2008 in Städten mit 100.000 bis 500.000 Einwohnern auf 12 % bzw. in Städten mit über 500.000 Einwohnern auf 18 % (eigene Auswertung; www.mobilitaet-in-

deutschland.de/03_kontiv2002/index.htm und www.mobilitaet-in-deutschland.de/02_MiD2008/index.htm).

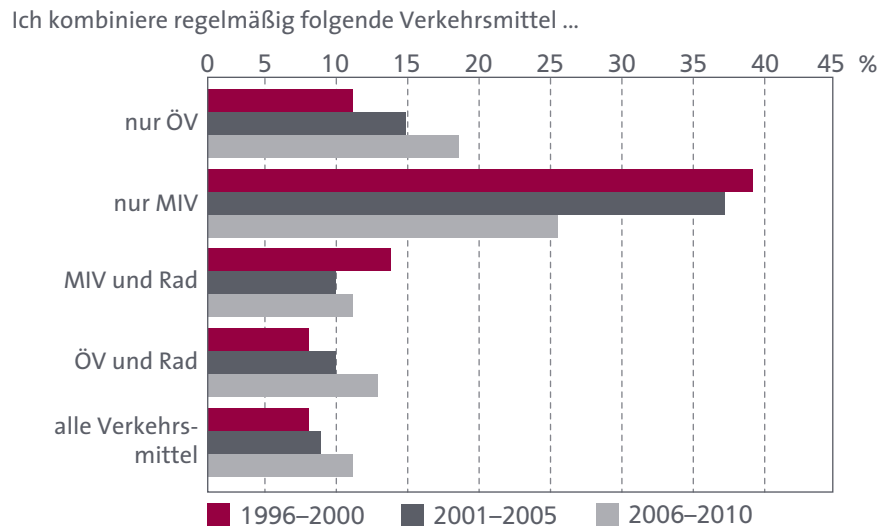
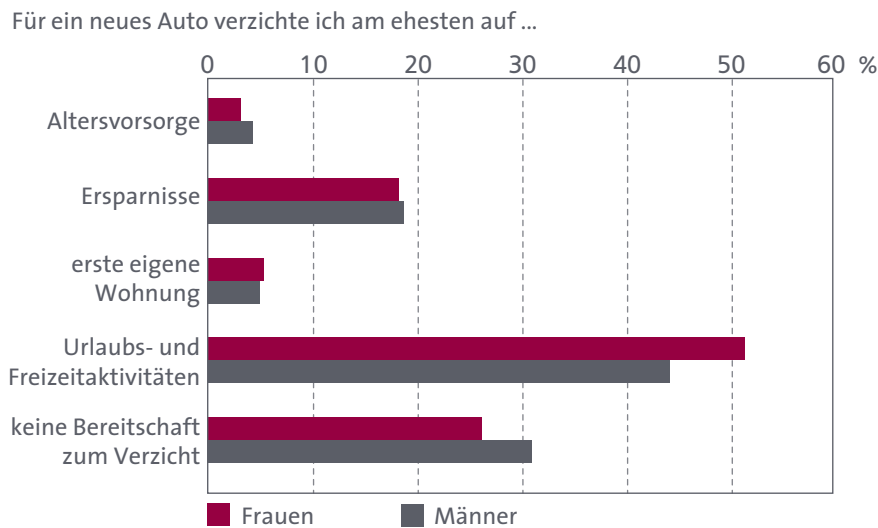
MARKTSITUATION IN DEUTSCHLAND UND GLOBAL

Die ersten Carsharingunternehmen wurden in Deutschland vor über 20 Jahren gegründet. Nach einer ersten Phase des Wachstums bis ungefähr 2000 folgte eine Phase der Stagnation, die seit 2007 nun in eine dynamische Wachstumsphase übergegangen ist, in der sich die Zahl der Anbieter bis 2011 fast verdoppelt hat. Dies geht aus der Auswertung der New Mobility Concept Database (NMC-DB) des Fraunhofer ISI (2012) hervor (Abb. 2). Einen ähnlichen Verlauf zeigt die Zahl der Fahrzeuge im Carsharing in Deutschland. Die Zahl der Carsharingnutzer in Deutschland im Jahr 2011 wird von Niemann/Koch (2012) auf rund 260.000 geschätzt, davon rund 42.000 in flexiblen Systemen.

In den letzten drei Jahren hat der Carsharingmarkt insbesondere dadurch eine neue Dimension bekommen, dass neben den klassischen Pionieranbietern wie »Stadtmobil« und »Cambio« die Automobilhersteller eigene Angebote aufgebaut haben, zum Teil in Kooperation mit klassischen Autovermietern bzw. noch zu Testzwecken. Zu nennen sind hier »car2go« von Daimler (ab 2009), »DriveNow« von BMW (ab 2011), »Quicar« von Volkswagen (ab 2011) oder »MU« von Peugeot (ab 2011).

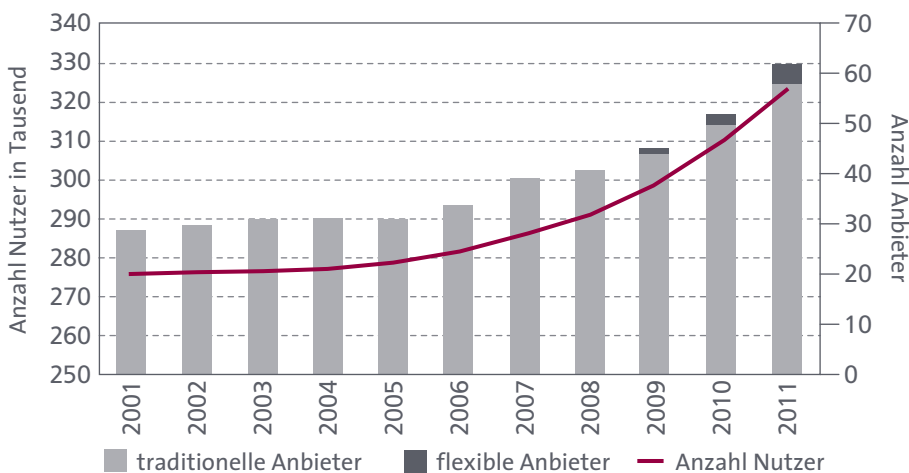
Das größte geplante Carsharingsystem Europas, »Autolib'« in Paris, befindet sich noch im Aufbau. Es soll zukünftig 3.000 Elektrofahrzeuge in der Kernstadt von Paris anbieten. Der globale Carsharingmarktführer dürfte aber heute aus den USA kommen: »Zipcar« hatte bereits 2011 rund 690.000 Mitglieder.

ABB. 1 MOBILITÄTSVERHALTEN JUNGER ERWACHSENER (18 BIS 25 JAHRE)



Quelle: oben Bratzel/Lehmann (2010), unten Zumkeller et al. (2011)

ABB. 2 ENTWICKLUNG DER ANZAHL DER CARSHARINGANBIETER UND -NUTZER IN DEUTSCHLAND



Quelle: Fraunhofer ISI 2012

Das Bikesharing entwickelte sich rund ein Jahrzehnt nach Beginn des Carsharings. Vereinzelt existierten kleinere Systeme bereits um die Jahrtausendwende in kleineren französischen Städten. Der große Aufbruch von Bikesharing begann jedoch 2007 durch den Start des Systems »Vélib'« in Paris, das auf dem 2005 in Lyon eingeführten System »Vélo'v« von JC Decaux aufbaut. Durch »Vélib'« und den parallelen Aufbau eines Netzes an Fahrradwegen wurde der Fahrradverkehr wieder akzeptiertes Verkehrsmittel in Paris. Der unerwartete Erfolg regte in zahlreichen deutschen und europäischen Städten zur Nachahmung an, z. B. in Barcelona, Mailand, Sevilla oder Brüssel. Allerdings erweist sich die Etablierung solcher Bikesharingsysteme in europäischen Städten ohne Fahrradkultur meist erfolgreicher als in Deutschland, wo das Fahrrad bereits seit Langem als probates Verkehrsmittel gilt und fast alle Haushalte über zumindest ein Fahrrad verfügen.

Auch beim Bikesharing existieren die größten Systeme außerhalb Europas. Die chinesischen Städte Wuhan und Huangzhou streiten sich mit

60.000 bis 70.000 Fahrrädern in ihren Bikesharingsystemen um den Titel des weltgrößten Anbieters. Bemerkenswert an diesen chinesischen Systemen ist neben ihrer Größe die bereits gute und geplante Vernetzung des Bikesharings mit dem ÖV, z. B. durch Anordnung großer Bikesharingstationen an wichtigen ÖV-Haltestellen und durch Nutzung von Magnetkarten, die das Bikesharing ermöglichen, aber auch als Fahrkarte im ÖV gelten.

VERNETZTE MOBILITÄT

Die vorherigen Ausführungen haben gezeigt, wie die Bausteine der neuen, vernetzten Mobilitätskonzepte aussehen und dass diese sich aktuell in Deutschland und der Welt sehr dynamisch entwickeln. Es stellt sich aber die Frage, ob diese Bausteine (weiterhin) mehr oder weniger parallel existieren oder ob zukünftig eine komplexe Integration zu einem integrierten, multimodalen und vernetzten Mobilitätskonzept erfolgen wird. Durch eine solche Integration können sich die Stärken der verschiedenen Systeme ergänzen und den Systemnutzen für den Verkehrsteilnehmer deutlich höher werden

lassen als bei einer Nutzung der unvernetzten Einzelbausteine.

Die entscheidende Frage bei der Entwicklung solcher vernetzter Mobilitätskonzepte ist die Form der Integration: Entsteht für den Nutzer tatsächlich ein neuer Personenverkehrsmodus, der ihn von A nach B bringt, und zwar mittels einer Informationsanfrage, einer Buchung, einem Ticket, das jedoch für mehrere Verkehrsmittel gültig ist (Leihfahrrad, ÖV und Carsharing)? In einer Studie für das Europäische Parlament wurde ein solches System unter dem Begriff »Fifth Mode« als eine der fünf wichtigsten Maßnahmen für eine nachhaltige Mobilität eingeordnet (Schade/Rothengatter 2011).

In einem solchen »Fifth Mode« würde der Nutzer mit einem Mobilitätsdienstleister einen Vertrag eingehen. Für einfache unimodale Fahrten kämen je nach Kenntnis des Nutzers ÖV, Bike- oder Carsharing, wie zuvor als separate Bausteine beschrieben, in Betracht. Für komplexere Fahrten würde eine Anfrage über das Smartphone oder den Tablet-PC genügen, um einen multimodalen Routenvorschlag zu buchen, z. B. bestehend aus einer Wegekette Leihfahrrad, ÖV und Carsharing. Information, Buchung, Nutzung und Abrechnung würden also über ein IKT-Medium ermöglicht, und es könnte immer unter verschiedenen Gesichtspunkten die jeweils passendste Kombination der Verkehrsmittel gewählt werden: etwa die kostengünstigste, schnellste, CO₂- oder energieeffizienteste multimodale Kombination. Die verschiedenen Mobilitätsdienstleister wären verpflichtet, Roamingverfahren zu entwickeln, damit die Nutzung der Dienstleistungen auch in anderen deutschen Städten oder anderen Ländern möglich wäre, ohne mit mehreren Anbietern einen Vertrag abschließen zu müssen. Diese Konzepte werden heute bereits in Studien und visionären Arbeiten beschrieben (Huber et al. 2011; Schade et al. 2011).

Ein solch integratives, vernetztes Mobilitätsangebot könnte neue Anbieter in der Personenmobilität zum Zuge kommen lassen. Zum einen sind dies Technologiekonzerne, die entsprechenden IT-Großsysteme anbieten können wie Siemens oder IBM. Zum anderen verfügen auch die globalen Internetkonzerne wie Google, Facebook und eventuell auch Apple über die entsprechenden Zugangskanäle zu den Nachfragern sowie über das Know-how zur Entwicklung solcher Systeme. Außerdem ist neben der DB AG mittlerweile auch die Automobilindustrie aktiv geworden und entwickelt ihre eigenen Ansätze bzw. Angebote. Die großen Forschungsbudgets der Fahrzeughersteller könnten bei der weiteren Entwicklung der vernetzten Mobilität eine wichtige Rolle spielen, da sie die notwendigen Ressourcen für die komplexe Integration bereitstellen könnten. Ob die Fahrzeughersteller die Mobilitätsdienstleistungen alleine anbieten oder welche Kooperationen zwischen etablierten Akteuren der Mobilität und Neu-/Quereinsteigern sich letztendlich am Markt etablieren werden, ist heute noch sehr schwer abzuschätzen.

VERÄNDERUNG DER ABSATZMÄRKTE

Für den Innovationsreport »Zukunft der Automobilindustrie« wurde eine eigene, modellgestützte Prognose der globalen Pkw-Absatzmärkte erstellt. Es wurden drei Szenarien erarbeitet und quantifiziert: »Konservativ«, »Technologiebruch« und »Mobilitätskonzept«. Die Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der Diffusion neuer Antriebstechnologien in den Markt sowie hinsichtlich der Einführung neuer Mobilitätskonzepte. Dabei wurden regionalspezifische, plausible Entwicklungspfade unterstellt. Im Szenario »Konservativ« dominieren weiterhin Antriebstechnologien für fossile Energieträger, während alternative Antriebe

den Markteintritt nicht schaffen und damit keine Kostendegression für diese Technologien erzielt werden kann. Im Szenario »Technologiebruch« gelingt es durch Förderprogramme und Anreize, die Kosten neuer Antriebstechnologien (Batterie, Plug-in-Hybrid, Wasserstoff-Brennstoffzelle) zu senken und diese in den Markt zu bringen. In beiden Szenarien steigt der globale Pkw-Absatz von heute rund 70 Mio. auf rund 125 Mio. im Jahr 2030. Im Szenario »Mobilitätskonzept« wird davon ausgegangen, dass die zuvor beschriebenen integrierten Mobilitätsdienstleistungen in den Triade-Märkten, sowie mit Abstrichen auch in China, an Bedeutung gewinnen werden. Dadurch steigt 2030 die Zahl der verkauften Pkw nur auf 105 Mio. anstatt auf 125 Mio.

Gleichzeitig verändert sich auch die Struktur des Pkw-Absatzes, da beim heute dominierenden vier- bis sieben-sitzigen Pkw bei den meisten Fahrten nur der Fahrersitz genutzt wird. In flexiblen und vernetzten Mobilitätskonzepten hat der Nutzer genau für solche Fahrten ganz andere Optionen: Entweder steigt er auf das Fahrrad um oder er leiht sich ein kleines ein- bis zweisitziges Fahrzeug und kann so seine Kosten und den Energieverbrauch senken. Damit werden die Carsharingflotten im Szenario »Mobilitätskonzept« in der Tendenz eine wesentlich größere Zahl an kleinen Fahrzeugen anbieten als im heutigen Pkw-Bestand. Der Absatzmarkt für kleine, meist elektrisch angetriebene Pkw wächst, während er für größere Pkw niedriger liegt im Vergleich mit einem Szenario ohne Mobilitätskonzepte.

Im Szenario »Mobilitätskonzept« sinkt die Wertschöpfung, die durch konventionelle Fahrzeugtechnologien generiert werden kann, während die Wertschöpfung durch elektromobilitätsrelevante Komponenten bis 2030 ansteigt. Durch den gleichzeitig erwarteten Produktivitätsfortschritt würde

die Beschäftigung in der deutschen Automobilindustrie bis 2030 jedoch um bis zu 400.000 Arbeitsplätze sinken. Es ergibt sich also an sich und gegenüber den anderen Szenarien ein negatives Resultat für die Beschäftigung innerhalb des klassischen Geschäftsfeldes der deutschen Automobilindustrie, dem Verkauf von Pkw. Dieses Erkenntnis stimmt besonders nachdenklich, da das Szenario »Mobilitätskonzept« als für wahrscheinlicher erachtet wird als die beiden anderen Szenarien.

CHANCEN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

Die entscheidende Frage lautet also: Welche Rolle nimmt die deutsche Automobilindustrie in einem Szenario »Mobilitätskonzept« ein und welche Chancen bieten sich ihr?

Eine naheliegende Antwort ist, dass die deutsche Automobilindustrie als Mobilitätsdienstleister auftreten und so den Wegfall der Wertschöpfung im Produktverkauf durch zusätzliche Einnahmen aus neuen Dienstleistungsangeboten kompensieren sollte. Erste Abschätzungen des Marktpotenzials von neuen Dienstleistungsangeboten gelangen zu dem Schluss, dass bis 2020 rund 30 % des Mobilitätsmarktes in den Triade-Ländern durch neue Mobilitätsdienstleistungen abgedeckt werden und nicht mehr durch den Produktverkauf (Arthur D. Little 2009). Diese Markteinschätzung erscheint zwar sehr optimistisch, aber sie zeigt, dass ausreichend Potenziale vorhanden sind, um als Fahrzeughersteller in den Markt einzusteigen. Hinzu kommt, dass Hersteller, indem sie ihre eigenen Fahrzeuge in einem Carsharingsystem anbieten, einen Kostenvorteil gegenüber anderen Anbietern haben, die diese Fahrzeuge zu Marktpreisen erwerben müssen. Zudem ermöglicht ihnen die Nutzung in Carsharingflotten eine schnellere Diffusion der neuen, von ih-

nen selbst entwickelten Fahrzeugtechnologien in den Markt.

Auf Grundlage einer im Kontext des Innovationsreports »Zukunft der Automobilindustrie« erstellten eigenen Analyse verschiedener Geschäftsmodelle im Carsharing sowie von Szenarien zukünftiger Carsharingmarktanteile in Deutschland kann festgehalten werden, dass wertschöpfende Systeme bereits unter heutigen Bedingungen gestaltet werden können. Auch die Kompensation von Rückgängen im Pkw-Absatz in der Höhe von mehreren Mrd. Euro durch zusätzliche Einnahmen im Carsharing kann in großem Maße gelingen. Die erstellte Analyse sowie der beobachtbare Marktaustritt bereits gestarteter Car- und Bikesharingsysteme zeigen aber auch, dass nicht jedes System erfolgreich ist bzw. sein wird, sondern dass ebenso Details der Gestaltung des Geschäftsmodells eine entscheidende Rolle spielen. Eine Abschätzung der Marktpotenziale in einem »Fifth Mode« ist aufgrund der großen strukturellen Veränderungen des Mobilitätssystems und der damit heute fehlenden Datengrundlage noch nicht möglich bzw. spekulativ. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass diese über den Potenzialen der fragmentierten Systeme liegen, wie sie bis heute aufgebaut wurden. Damit kann der deutschen Automobilindustrie nur empfohlen werden, sich an der Entwicklung der neuen Mobilitätskonzepte aktiv zu beteiligen, um die zukunftsfähigen Geschäftsmodelle (mit) zu entwickeln und so den in den Triade-Ländern erwartbaren Absatzrückgang bei Pkw kompensieren zu können.

SYNTHESE UND AUSBLICK

Die Zukunft der deutschen Automobilindustrie wird für die nächsten zwei Jahrzehnte von sieben Herausforderungen geprägt sein. Diese lassen sich zusammenfassen als:

- › Entwicklung effizienter Fahrzeuge;
- › Entwicklung alternativer Antriebe;
- › Erhalt der Positionierung der deutschen Automobilindustrie als Technologieführer und Premiumhersteller auf dem Weltmarkt;
- › Erschließung der Wachstumsmärkte in den BRICS-Ländern und Bewältigung der Kapazitäts- und Absatzkrise in Europa;
- › Reduktion der Zahl der Fahrzeugplattformen trotz weiterer Differenzierung ihres Produktportfolios;
- › Abrundung des Produktportfolios um neue Klein(st)fahrzeugkonzepte;
- › Partizipation bei der Einführung neuer Mobilitätskonzepte.

Der vorliegende Beitrag hat sich vorwiegend mit der letztgenannten Herausforderung beschäftigt, den neuen Mobilitätskonzepten. Diese erfordern die Entwicklung alternativer Antriebe und von neuen Klein(st)fahrzeugen inklusive Fahrrädern, die den neuen Anforderungen solcher Konzepte gerecht werden.

Ausgehend von einer Beschreibung der Bausteine neuer Mobilitätskonzepte und den Beobachtungen, wie sich die Bausteine Carsharing, Bikesharing und Mitfahrgelegenheiten in der jüngsten Vergangenheit entwickelt haben, wird das Bild eines flexiblen, komfortablen, vernetzten und multimodalen Mobilitätskonzepts sichtbar. Car- und Bikesharing haben in den letzten drei bis fünf Jahren eine dynamische Entwicklung erlebt. Die Zahl der Akteure wächst stark, genauso wie die Zahl der Nutzer. Dies gilt für Deutschland, für einige europäische Länder, aber auch für Nordamerika. Die deutschen Automobilhersteller sind in den letzten Jahren alle mit eigenen Angeboten und Geschäftsmodellen in den Carsharingmarkt eingestiegen, allen voran die Daimler AG mit »car2go«. Bikesharing scheint im europäischen Ausland, in China und mit Einschränkungen auch in Nordamerika etablierter zu sein als

in Deutschland, da hier bereits eine hohe Nutzung von privaten Fahrrädern gegeben ist und die Marktentwicklung mit dem weniger erfolgreichen flexiblen Modell begonnen wurde.

Welches Geschäftsmodell sich am Markt langfristig durchsetzen wird, ist heute noch nicht zu sagen. Mit großer Wahrscheinlichkeit werden aber Car- und Bikesharing im Mobilitätssystem der Zukunft deutlich an Bedeutung gewinnen und dadurch den Markt für private Pkw verkleinern. Dadurch dürften Wertschöpfung und Beschäftigung der deutschen Automobilindustrie beim Pkw-Absatz mittel- bis langfristig zumindest gedämpft werden, die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen könnte sogar (stark) rückläufig sein.

Die deutsche Automobilindustrie hat sicher heute noch die Chance, diesen absehbaren Verlust an Wertschöpfung und Beschäftigung durch ihren zielgenauen Einstieg in den Markt der Mobilitätsdienstleistungen sowie in die neuen Konzepte von »Nutzen statt besitzen« und »Teilen« zu kompensieren. Damit kann sie sich neben dem Verkauf von Mobilitätsprodukten ein zweites Standbein im Verkauf von Mobilitätsdienstleistungen sichern. Sollte sich tatsächlich das Konzept eines »Fifth Mode« in der Personenmobilität durchsetzen, ist es von größter Bedeutung, dass die deutsche Automobilindustrie rechtzeitig daran beteiligt ist. Die Weichen für eine erfolgreiche Positionierung werden in diesem Jahrzehnt gestellt.

Wolfgang Schade, André Kühn

LITERATUR

Arthur D. Little (2009): Future of Mobility 2020. The Automotive Industry in Upheaval? Wiesbaden

Bratzel, S., Lehmann, L. (2010): Jugend und Automobil 2010 – Eine empirische Studie zu Einstellungen und Verhaltensmustern von 18- bis 25-Jährigen in Deutschland. Studie des FHDW Center of Automotive, Bergisch Gladbach

Fraunhofer ISI (2012): New Mobility Concept Database. Datenbank zur Erfassung des globalen Angebotes an neuen Mobilitätskonzepten. Karlsruhe

Huber, T., Rauch, C., Volk, S. (2011): Die Zukunft der Mobilität 2030: Das Zeitalter der Managed Mobility beginnt. Zukunftsinstitut, Kelkheim

Niemann, J., Koch, H. (2012): Multimodale Verkehrsangebote im Personenverkehr: Wirtschaftliche und rechtliche Anforderungen an die Personenverkehrsmärkte der Zukunft. In: Der Nahverkehr 4/2012, S. 44 ff.

Schade, W., Rothengatter, W. (2011): Economic aspects of sustainable mobility. Studie im Auftrag des Ausschusses für Verkehr und Tourismus des Europäischen Parlamentes, Brüssel

Schade, W., Peters, A., Doll, C., Klug, S., Köhler, J., Krail, M. (2011): VIVER – A sustainable transport vision for Germany. Fraunhofer ISI Working Paper Sustainability and Innovation, No. S 3/2011, Karlsruhe

Zumkeller, D., Kargerbauer, M., Streit, T., Vortisch, P., Chlond, B., Wirtz, M. (2011): Deutsches Mobilitätspanel (MOP): Wissenschaftliche Begleitung und erste Auswertungen. Bericht 2011: Alltagsmobilität & Tankbuch. Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe

ELEKTROMOBILITÄT – CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Mit der Elektromobilität werden in Gesellschaft und Politik große Hoffnungen verbunden – auf dem langen Weg zu einer elektromobilen Gesellschaft sind aber noch etliche Herausforderungen zu lösen, die oftmals unterschätzt werden. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über den aktuellen technischen Entwicklungsstand, über ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Dimensionen sowie interessante Erstmärkte und Entwicklungsszenarien dieser Form der Mobilität.

Die Elektromobilität gilt gemäß dem gleichnamigen Nationalen Entwicklungsplan der Bundesregierung als wesentliches Element eines zukunftsfähigen Verkehrssystems. Mit einem zunehmenden Umstieg auf elektrisch angetriebene Fahrzeuge ist das Ziel verbunden, die Abhängigkeit Deutschlands von Ölimporten sowie den Verbrauch fossiler Ressourcen zu reduzieren, sowohl global (CO₂) als auch lokal wirksame Emissionen (Schadstoffe, Lärm) zu minimieren und zudem ein multi- und intermodales Mobilitätsverhalten zu fördern. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht bestehen große Hoffnungen. Die Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, im internationalen Wettbewerb zum Leitanbieter und Leitmarkt für Elektromobilität zu werden, um so die starke deutsche Stellung im Automobilbau, die damit verbundenen Arbeitsplätze und Exportchancen sowie die heimische Wertschöpfung auch zukünftig zu sichern. Bis 2020 sollen nach dem Willen der Bundesregierung mindestens 1 Mio. Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren (Bundesregierung 2011).

Der Vision einer elektromobilen Gesellschaft, die dazu beitragen könnte, die zuvor erwähnten Probleme heutiger Verkehrssysteme zu lösen, steht jedoch eine Reihe von Herausforderungen im Wege: So sind noch diverse technische und ökonomische Fragen insbesondere im Bereich der Speichertechnik, aber auch hinsichtlich der Infrastruktur und der Integration in das Energiesystem zu lösen. Nicht zuletzt stellt die Nutzerakzeptanz eine zentrale Voraussetzung für eine erfolgreiche Verbreitung batteriebetriebener Fahrzeuge dar. Ange-

sichts der mit der Elektromobilität verbundenen großen Hoffnungen sind die folgenden zentralen Fragen Gegenstand kontroverser Diskussionen: Wie kann eine umfassende Verbreitung von Elektrofahrzeugen erreicht werden? Was sind interessante und tragfähige Erstmärkte? Unter welchen Bedingungen sind Elektrofahrzeuge wirtschaftlich einsetzbar? Und wie ökologisch ist die Elektromobilität?

Im Folgenden werden einige Ergebnisse des demnächst erscheinenden TAB-Berichts »Konzepte der Elektromobilität und deren Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt« vorgestellt. Untersucht wird die ökologische, ökonomische und soziale Dimension der Integration von Elektrofahrzeugen in die heutigen Verkehrssysteme. Der Bericht liefert damit eine Grundlage für politische Handlungsoptionen. Elektromobilität bezieht sich dabei sowohl auf vollständig elektrisch betriebene Batteriefahrzeuge als auch auf sogenannte Plug-in-Hybride bzw. Range Extender, die neben einem Verbrennungsmotor über einen Elektromotor mit extern ladbarer Batterie verfügen und somit ebenfalls rein elektrisch fahren können.

TECHNOLOGISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Für eine erfolgreiche, umfassende Markteinführung von Elektrofahrzeugen müssen noch unterschiedliche technische Herausforderungen gelöst werden. Beispielsweise ist es notwendig, Elektromotoren so zu verbessern, dass sie den Nutzeranforderungen hinsicht-

lich Qualität, Preis und Leistung genügen, die On-Board-Leistungselektronik muss leichter und effizienter werden, und Schnellladesysteme sowie neue technische Ansätze zur Klimatisierung und Wärmebereitstellung in der Fahrgastzelle sind zu entwickeln. Weiterhin gilt es, die Fahrzeugkonstruktion neu zu gestalten, wobei Aspekte wie Leichtbau eine wichtige Rolle spielen. Die Schlüsseltechnologie ist jedoch – aufgrund ihres hohen Anteils an den Fahrzeugkosten, vor allem aber, weil sie die Reichweite der Fahrzeuge limitiert – die Batterie.

Die Lithium-Ionen-Batterie ist bereits heute aufgrund ihrer hohen Energiedichte im Vergleich zu anderen verfügbaren Batteriesystemen die Technologie der Wahl für Elektrofahrzeuge. Um eine breite Markteinführung zu ermöglichen, müssen die Kosten mindestens auf 250 Euro/kWh (bezogen auf das Batteriesystem) gesenkt werden. Zusätzlich müssen die kalendarische Lebensdauer von sieben auf über zehn Jahre erhöht, Sicherheitsfragen gelöst und die gewichts- sowie die volumenbezogene Energiedichte weiter optimiert werden. Aufgrund ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften werden reine Elektrofahrzeuge mit Lithium-Ionen-Batterien jedoch auch künftig bei Weitem nicht an die Reichweiten und Betankungszeiten konventioneller Pkw herankommen (Tab.).

Eine wesentliche Herausforderung für eine langfristig hohe Marktdurchdringung ist die Entwicklung der nächsten Batteriegenerationen. Mit Lithium-Ionen-Batterien könnte die Energiedichte um den Faktor 2 im Vergleich zu heutigen Batterien gesteigert werden. Mit künftigen Generationen von Batterien wie Lithium-Schwefel- oder Metall-Luft-Batterien (insbesondere Lithium-Luft) wären Verbesserungen um den Faktor 3 bis 7 möglich. Internationale Batterieroadmaps rechnen mit Steigerungen um den Faktor 2 bis 3 bis 2020

TAB. VERGLEICH VON BENZIN-, PLUG-IN-HYBRID- UND REINEN BATTERIEFAHRZEUGEN FÜR DEN PERSONENVERKEHR

Eigenschaft	Benzin-fahrzeug	Plug-in-Hybrid mit Lithium-Ionen-Batterie	Batteriefahrzeug mit Lithium-Ionen-Batterie
Energieinhalt (Tank/Batterie)	445 kWh	200 u. 10 kWh	24 kWh
Volumen	50 l	25 u. 50 l	> 100 l
Gewicht	37 kg	20 u. 100 kg	150–250 kg
Reichweite	> 700 km	50 u. 600 km	< 150 km
Tank-/Ladehäufigkeit *	alle 2 Wochen	täglich u. alle 2 Wochen	alle 3 Tage voll oder 30 % jeden Tag
Tank-/Ladedauer	3 Minuten	3 Minuten u. 2 Stunden	0,5–8 Stunden

* bei 40 km/Tag

Eigene Darstellung

sowie 5 bis 7 ab 2030 (Thielmann et al. 2012). Damit wären langfristig Reichweiten heutiger Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren erreichbar. Allerdings befinden sich diese Technologien noch im Bereich der Grundlagenforschung, mit der Markteinführung rechnen Experten in frühestens 12 bis 15 Jahren.

Die Eigenschaften der heute kommerziell verfügbaren Batterien führen dazu, dass reine Batteriefahrzeuge in den nächsten Jahren nur die Mobilitätsbedürfnisse bestimmter Marktsegmente befriedigen können. Deshalb stehen zurzeit verstärkt Plug-in-Hybride im Fokus, die den Einsatzbereich heutiger Pkw fast vollständig abdecken und Befürchtungen der Nutzer hinsichtlich der eingeschränkten Reichweite entkräften können. Die Nationale Plattform Elektromobilität rechnet entsprechend für 2020 mit mehr Plug-in-Hybriden als reinen Batteriefahrzeugen. Plug-in-Hybride stellen wegen der Kombination aus mechanischem und elektrischem Antrieb die anspruchsvollste Form der Elektromobilität dar. Hier eröffnet sich eine Chance für die deutsche Automobilindustrie, da sie in diesen Bereichen bereits über große Kompetenzen ver-

fügt. Anders sieht es bei den Batteriezellen aus, die einen erheblichen Teil der Wertschöpfung bei Elektrofahrzeugen ausmachen. In diesem Feld weist Deutschland kaum wissenschaftliche oder industrielle Kompetenzen auf, und es wird viel Geld und Mühe kosten, diese wieder aufzubauen. Offen ist, ob der gegenwärtige Vorsprung asiatischer Länder bei Lithium-Ionen-Batteriezellen überhaupt aufgeholt werden kann. Aus heutiger Sicht erscheinen deshalb Investitionen in die nächste Batteriezellgeneration erfolversprechender zu sein. Mittel- bis langfristig besteht für Deutschland durchaus die Chance, diesen Markt über eine bereits sehr gut aufgestellte Chemie- und Materialforschung zu erschließen. Bei der Produktion des Batteriesystems (Modulproduktion und Packzusammenstellung mit Regelungselektronik und Mechanik) kann Deutschland eventuell auch schon kurzfristiger relevante Marktanteile gewinnen.

Insgesamt wird die durch die Elektromobilität veränderte Wertschöpfung im Automobilbereich sehr arbeitsteilig bleiben. Allerdings antizipieren bisher vor allem die Automobilherstel-

ler sowie die großen Systemlieferanten die Veränderungen und reagieren aktiv durch angepasste Ausrichtung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowie durch Eingehen neuer Partnerschaften. Auf tieferen Ebenen der Zuliefererpyramide ist das Aktivitätsniveau bis dato noch sehr wenig ausgeprägt. Daher ist es notwendig, diese zumeist kleinen und mittelständischen Unternehmen für den anstehenden Wandel und die daraus resultierenden Chancen und Risiken zu sensibilisieren.

ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DER ELEKTROMOBILITÄT

Eine ambitionierte Klimapolitik und Bemühungen, den Verbrauch fossiler Energieträger wie auch die lokalen Emissionen zu reduzieren, sind die weltweit wichtigsten Treiber der Elektromobilität. Umfangreiche Studien – z. B. des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) oder der International Energy Agency (IEA) – zeigen, dass bei ambitionierten Klimaschutzzielen der Verkehrssektor seine Treibhausgasemissionen deutlich reduzieren muss (IEA 2010; Kahn Ribeiro et al. 2007). Dabei ist gleichzeitig ein starkes Wachstum der Verkehrsleistung durch die wirtschaftliche Entwicklung und die weltweite Zunahme der Bevölkerung zu schultern.

Wenn das 2-°C-Ziel zur Begrenzung der Erderwärmung noch erreicht werden soll, müssen die spezifischen CO₂-Emissionen von Pkw auf rund 20 g CO₂/km im Jahr 2050 gesenkt werden. Solch ein Wert ist mit benzin- und dieselbetriebenen Pkw aufgrund des sogenannten Carnot-Wirkungsgrades technisch nicht erreichbar (zum Vergleich: Von der Quelle bis zum Antriebsrad gerechnet liegen die CO₂-Emissionen benzinbetriebener Pkw derzeit bei durchschnittlich rund 150 g/km). Deshalb kommen entsprechende Studien (McKinsey 2009; Schade 2011;

Skinner et al. 2010) fast einhellig zu dem Schluss, dass der motorisierte Individualverkehr langfristig weitgehend auf Elektrofahrzeuge (einschließlich Brennstoffzellenfahrzeuge) umgestellt werden muss. Auch die nationalen Zielsetzungen, bis 2050 die Treibhausgasemissionen um 80 % gegenüber 1990 und die Endenergienachfrage des Verkehrs um 40 % zu senken, sind allein durch Verbesserung von Verbrennungsmotoren mit fossilen Energieträgern nicht zu erreichen. In aktuellen Diskussionen wird diese Langfristperspektive mitunter aus den Augen verloren, indem Elektrofahrzeuge im Vergleich zu konventionellen Pkw allein unter Berücksichtigung aktueller Gegebenheiten bewertet und die langfristig unbestreitbaren Vorteile der Elektromobilität vernachlässigt werden.

Einige Umweltverbände weisen in diesem Zusammenhang kritisch darauf hin, dass die CO₂-Bilanz von Elektrofahrzeugen keineswegs besser als die heutiger konventioneller Pkw ausfalle. Bei Berechnung auf Basis der durchschnittlichen CO₂-Emissionen des heutigen deutschen Kraftwerksparks ist die Bilanz von Elektrofahrzeugen tatsächlich kaum besser als die von Verbrennungsfahrzeugen vergleichbarer Größenklassen – insofern ist diese Kritik berechtigt. Eine deutlich positive Treibhausgasbilanz kann mit der Elektromobilität jedoch erreicht werden, wenn CO₂-arme oder -freie Energiequellen, z. B. erneuerbare Energien, verwendet werden. Durch den in Deutschland beschlossenen beschleunigten Umbau des Energiesystems in Richtung erneuerbarer Energieträger verbessert sich die CO₂-Bilanz für Elektrofahrzeuge sukzessive; spätestens ab 2020 weisen sie eine deutlich bessere Bilanz im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen auf. Dies gilt für Elektrofahrzeuge jeden Baujahres, sodass sich eine regenerativere Stromproduktion unmittelbar auf die CO₂-Bilanz des Verkehrssektors niederschlägt. Auch kurzfristig wäre

eine positive Bilanz zu erreichen, wenn sichergestellt werden könnte, dass der Strom für den Fahrbetrieb von Elektrofahrzeugen nur aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Dies wäre mengenmäßig kein Problem, da die bis 2020 angestrebte 1 Mio. Elektrofahrzeuge die Stromnachfrage in Deutschland nur um ca. 0,4 % erhöhen würde. Da diese Fahrzeugmenge allerdings auch nur ungefähr 3 % des derzeitigen Pkw-Bestands ausmacht, wäre der entsprechende Beitrag zur Treibhausgasminde rung bis 2020 sehr gering. Kurzfristig müssten also andere Maßnahmen wie die Stärkung des Rad- und Fußverkehrs, der Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs oder die weitere Verbesserung von Verbrennungsmotoren greifen, um die CO₂-Emissionen des Verkehrs maßgeblich zu senken.

Im Zusammenhang mit der Bewertung der CO₂-Bilanz von Elektrofahrzeugen ist zudem anzumerken, dass die Herstellung der Batterien sowie der Abbau der benötigten Rohstoffe einen höheren Energieaufwand im Vergleich zur Herstellung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren mit sich bringen. In aktuellen Studien wird darauf hingewiesen, dass der CO₂-Ausstoß bei der Herstellung von Elektrofahrzeugen verglichen mit der Produktion konventioneller Pkw je nach Batterietyp bis zu doppelt so hoch ausfallen kann (Held/Baumann 2011; Helms et al. 2011). Diesen ökologischen Rücksack bauen die Fahrzeuge nur dann schnell und deutlich ab, wenn sie viel fahren. Dies bedeutet wiederum, dass elektromobile Pkw heutiger Bauart zumindest in Großstädten bei individueller Nutzung in der Regel ökologisch nicht sinnvoll sind, da sie üblicherweise nicht die dafür erforderliche jährliche Fahrleistung erreichen.

Zu einer ökologischen Bewertung der Elektromobilität gehört neben der Betrachtung der CO₂-Emissionen auch die anderer, lokal wirksamer Emis-

sionen wie Feinstaub oder Ozonvorläufersubstanzen. In dieser Hinsicht könnte die Elektromobilität zu einer deutlichen Umweltentlastung beitragen. Elektromobile fahren lokal quasi emissionsfrei, da mit Ausnahme der Partikelfreisetzung durch Brems- und Reifenabrieb Luftschadstoffemissionen wie Stickoxide und Feinstaub entweder gar nicht oder, sofern Strom aus Verbrennungskraftwerken eingesetzt wird, nur am Ort der Stromerzeugung anfallen. Auch der Verkehrslärm, der die Lebenserwartung und -qualität entlang viel befahrener Straßen beträchtlich reduzieren kann, wird durch Elektromobile deutlich verringert. Dies gilt vor allem in Wohngebieten im Bereich der Fahrgeschwindigkeiten bis 40 km/h. Die geringe Lärmemission von Elektrofahrzeugen wird von (potenziellen) Nutzern durchgängig als wichtiger Vorteil erwähnt und ist ein bedeutsames Kaufargument. Allerdings wird auch darauf hingewiesen, dass Elektro- und Hybridfahrzeuge dadurch insbesondere für Kinder, ältere Menschen, Sehbehinderte und Blinde eine höhere Unfallgefahr mit sich bringen könnten. Vor diesem Hintergrund wird das Thema künstliche Geräusche intensiv und kontrovers diskutiert. Eine schnell umsetzbare Maßnahme mit positivem Effekt sowohl auf die Verkehrssicherheit als auch die Lärmbelastung durch alle Fahrzeugarten wäre ein generelles Tempolimit von 30 km/h in Innenstädten. Auch die Entwicklung neuer Sicherheitstechnologien erscheint sinnvoll, da künftig auch konventionelle Pkw durch technologische Weiterentwicklung immer geräuschärmer werden. Die Einführung permanenter künstlicher Geräusche sollte, wenn überhaupt, nur als Übergangslösung in Betracht gezogen werden. Besser geeignet wäre die sensorisch gesteuerte, temporäre Erzeugung von (Warn-)Geräuschen für Fußgänger und Radfahrer.

Bei der ökologischen Bewertung von Elektroautos spielen schließlich auch



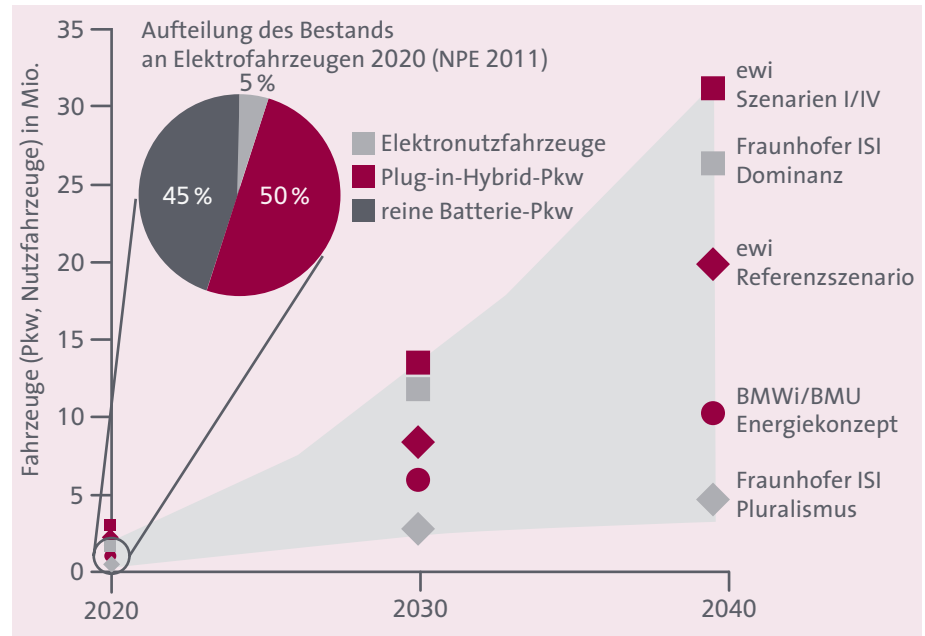
Umweltbelastungen durch den Abbau und Verbrauch kritischer Rohstoffe wie z.B. Lithium und Kupfer für die Batterieherstellung eine Rolle. Hierbei gibt es jedoch noch viele Unsicherheiten und großen Forschungsbedarf. Prognosen des weltweiten Bedarfs, der geologischen Reichweite und der Recyclingfähigkeit von Lithium und Kupfer zeigen, dass eine echte Verknappung zwar nicht zu befürchten ist, gleichwohl aber die Preise durch die stark steigende globale Nachfrage und die Konzentration auf wenige Lieferländer bis 2030 merklich anziehen könnten. Quantitative Aussagen können hier jedoch, nicht zuletzt wegen des hohen spekulativen Anteils der Rohstoffpreise, kaum getroffen werden. Recyclingverfahren, »Urban Mining« – auf heutigen Deponien ist die Konzentration von manchen Stoffen höher als in bestimmten Abbauregionen – und die Entwicklung von Substituten sowie einer Rohstoffstrategie sind in diesem Zusammenhang wichtige Zukunftsthemen. Bei einigen der Seltenen Erden sieht die Situation anders aus – hier könnte es kurz- bzw. mittelfristig zu einer Verknappung kommen.

Die Auswirkungen und Umweltbilanzen heutiger bzw. zukünftiger Recyclingverfahren sind aufgrund mangelnder Daten und Studien aus heutiger Sicht schwer zu beurteilen. Grundsätzlich erscheint ein Recycling aber unerlässlich, ebenso wie die Setzung von Standards bei der Gewinnung der Rohstoffe, um negativen Auswirkungen auf CO₂-Emissionen, Umweltqualität sowie Sozialstandards in den Gewinnungsländern entgegenzusteuern.

MARKTENTWICKLUNG UND ZIELGRUPPEN

Zur Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des gesamten Elektromobilitätsmarktes in Deutschland wurden bereits diverse Szenarien entwickelt

ABB. BESTANDSENTWICKLUNG VON PLUG-IN-HYBRIDEN UND REINEN BATTERIEFAHRZEUGEN GEMÄSS VERSCHIEDENEN STUDIEN



Eigene Darstellung

(Abb.). In den letzten Jahren wurden in nicht wenigen Studien ein kurzfristiger Markterfolg prognostiziert und eine schnelle, hohe Marktpenetration in den nächsten Jahren mit bis zu 7 Mio. Elektrofahrzeugen bis 2020 in Deutschland vorausgesagt. Diese sehr optimistischen Prognosen stellen sich zunehmend als unrealistisch heraus. Die Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen sind derzeit in Deutschland, aber auch weltweit noch sehr niedrig und bewegen sich im Promillebereich des gesamten Fahrzeugabsatzes. Gemäß aktueller Studienergebnisse dürfte die Marktpenetration in naher Zukunft eher moderat verlaufen, sodass sich das Ziel der Bundesregierung von mindestens 1 Mio. Elektrofahrzeugen bis 2020 als ehrgeizig erweist. Bei weiter steigenden Öl- und Kraftstoffpreisen und deutlich reduzierten Batterie- bzw. Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen sind aber langfristig hohe Marktanteile auch im Bereich heutiger Pkw-Konzepte durchaus realistisch.

Die genauen Anforderungen von Kundenseite sind schwierig zu bestimmen, da sich elektrisch betriebene Fahrzeuge heute kaum auf dem Markt befinden. Dennoch scheinen einige Voraussetzungen zentral zu sein, damit aus potenziellen Kunden, die im Folgenden genauer charakterisiert werden, auch tatsächlich Käufer werden. Dazu gehören die Reduzierung des Anschaffungspreises, eine größere Auswahl an Modellen mit gängigen Qualitäts- und Komfortstandards, ein Angebot an attraktiven Mobilitäts- und Geschäftsmodellen, Testmöglichkeiten und nicht zuletzt eine transparente positive Umweltbilanz.

Der generell hohe Anteil gewerblicher Käufer an den Pkw-Neuzulassungen von ca. 60% sowie die für die Elektromobilität auch in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht günstigen Fahrprofile einiger Branchen sprechen für eine große Bedeutung kommerzieller Nutzer für die Verbreitung der Elektromobilität in den kommenden Jahren.

Dies deutet sich bereits in den aktuellen Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen an: 2011 betrug der Anteil gewerblicher Käufer 90 %. Vielversprechend erscheinen vor allem gewerbliche Flotten mit einer höheren Jahresfahrleistung, aber regelmäßigen, planbaren Touren. Hier kann der höhere Fahrzeugpreis durch die deutlich niedrigeren Kilometerkosten der E-Fahrzeuge kompensiert werden. Interessante Einsatzgebiete sind beispielsweise Post- und Paketdienste.

Aber auch unter den privaten Käufern lassen sich aussichtsreiche Zielgruppen ausmachen. Eine Betrachtung der Mobilitätsprofile von Pkw-Nutzern zeigt, dass die große Mehrheit der Fahrten mit reinen Batteriefahrzeugen problemlos zu bewältigen wäre: So könnten etwa 60 % aller Pkw-Fahrer alle Fahrten einer typischen Woche abdecken, auch wenn sie ihre Batterien ausschließlich zu Hause an einer normalen Schukosteckdose laden (Kley 2011). Trotz der niedrigeren Betriebskosten werden aber aufgrund der höheren Anschaffungskosten und des ökologischen Rucksacks aus dem Herstellungsprozess auch in den kommenden Jahren mittlere und hohe Fahrleistungen für einen wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Einsatz von Elektrofahrzeugen erforderlich sein. Vor diesem Hintergrund kämen im Bereich der Privatkunden als potenzielle Erstnutzer vor allem Vollzeitbeschäftigte aus Städten mit unter 100.000 Einwohnern und aus ländlichen Gebieten infrage, die regelmäßig 30 bis 50 km zur Arbeit pendeln. Rund 4 bis 8 % der heutigen Pkw könnten demnach durch reine Batteriefahrzeuge substituiert werden, sogar wenn ein fester Pkw-Stellplatz oder eine Garage sowie ein Zweitwagen vorausgesetzt werden (Biere et al. 2009).

In aktuellen Studien (z. B. Wietschel et al. 2012) zur Akzeptanz von Elektrofahrzeugen bei privaten Konsumenten wird darauf hingewiesen, dass die größte Kaufwahrscheinlichkeit bei

Männern im mittleren Alter (typischerweise Anfang 40), mit höherem sozioökonomischem Status, Technikaffinität und mit Wertschätzung für Fahrspaß, Individualität und umweltfreundliches Fahren besteht. Auch Personen mit hoher Umweltorientierung, die in ländlicheren Regionen wohnen und auf ein Auto angewiesen sind, dürften als potenzielle Käufer vermehrt in Betracht kommen. Ihre Fahrprofile zeichnen sich durch eine hohe jährliche Fahrleistung aus. Hingegen sind Konsumenten, die hauptsächlich Strecken in Großstädten zurücklegen, in den nächsten Jahren vermutlich eine weniger relevante Käufergruppe, da für sie der Einsatz eines Elektrofahrzeugs i. d. R. ökonomisch nicht sinnvoll ist. Für diese Personen scheinen dagegen die Nutzung von Elektrofahrzeugen im Rahmen von Carsharing sowie umfassende Mobilitätsangebote interessant sowie ökologisch sinnvoll, die eine flexible, einfache und kostengünstige Kombination verschiedener Verkehrsmittel ermöglichen.

HANDLUNGSOPTIONEN

Elektromobilität wird in den nächsten zwei Dekaden ein wichtiger Bestandteil des Mobilitätssystems in Deutschland und der Welt werden. Das Ziel, bis 2020 1 Mio. Elektrofahrzeuge in Deutschland auf die Straßen zu bringen, scheint unter den aktuellen Rahmenbedingungen und ohne deutliche Kauf- oder andere Anreize dennoch nur schwer erreichbar zu sein. Wichtige Rahmenbedingungen sind allerdings unsicher. Beispielsweise können ein stark steigender Ölpreis oder stark sinkende Batterie- und Fahrzeugkosten zu dynamischen Marktentwicklungen führen. Das Ziel von mindestens 6 Mio. Elektrofahrzeugen in Deutschland bis 2030 erscheint dagegen realisierbar, da zu erwarten ist, dass sich die Bedingungen für die Elektromobilität künftig weiter verbessern.

Die Diskussionen hinsichtlich einer Förderung der Markteinführung drehen sich vorrangig um die öffentliche Ladeinfrastruktur und eine finanzielle Unterstützung bei der Anschaffung und/oder dem Betrieb der Fahrzeuge. Beides erscheint derzeit nicht zweckmäßig. Die bisherigen nationalen wie internationalen Erfahrungen belegen, dass öffentliche Ladeinfrastruktur kaum genutzt wird und ihr Aufbau und Unterhalt teuer sind. Die Elektrofahrzeuge werden fast ausschließlich zu Hause, zum Beispiel in der Garage, oder im halböffentlichen Bereich, beispielsweise am Arbeitsplatz oder in Parkhäusern, geladen. Weiterhin sind die durch öffentliche Ladestationen erreichbaren »Laternenparker« in großstädtischen Kerngebieten weder eine besonders große noch eine besonders relevante Nutzergruppe, da diese in der Regel eine eher geringe Fahrleistung haben (Biere et al. 2009). Die empirischen Analysen zu den möglichen Erstkäufern von Elektrofahrzeugen lassen zudem erwarten, dass in diesen Gebieten nur wenige potenzielle Käufer anzutreffen sind. Der Ausbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur sollte sich derzeit auf wenige gut zugängliche Stellen konzentrieren, um in Notfällen ein Nachladen zu ermöglichen und Hemmschwellen bzw. Befürchtungen bzgl. einer unzureichenden Reichweite abzubauen.

Auch eine Marktanschubfinanzierung ist zum jetzigen Zeitpunkt eher kritisch zu reflektieren. Wie empirische Erhebungen (Wietschel et al. 2012) ergeben haben, sind die hohen Anschaffungsausgaben zwar eine wesentliche Kaufhürde. Derzeit sind die Preise für Elektrofahrzeuge aber noch deutlich höher als für vergleichbare konventionelle Fahrzeuge, sodass auch bei einer Subventionierung von einigen Tausend Euro pro Fahrzeug der Preis für viele potenzielle Käufer – trotz einer gewissen Mehrpreisbereitschaft – noch zu hoch liegen dürfte. Darüber hinaus sind die gesamtwirtschaftlichen

Auswirkungen solcher Maßnahmen noch nicht ausreichend untersucht (ESMT 2011). Eher angezeigt scheint die Förderung von FuE-Aktivitäten. Die Marktanschubfinanzierung kann aber zu einem späteren Zeitpunkt, wenn die Anschaffungspreise entsprechend gesunken sind, effektiver sein, um eine schnelle Marktpenetration zu erreichen. Eine Marktanschubförderung sollte immer zeitlich befristet und flexibel sein, um auf sich verändernde Rahmenbedingungen entsprechend reagieren zu können.

Auch nichtmonetäre Anreize wie die Nutzung von Busspuren oder eigene Parkplätze können die Verbreitung der Elektromobilität fördern, sie sollten aber nicht zu Konflikten mit dem Umweltverbund, also dem öffentlichen Personennah-, Fuß- und Radverkehr führen. Vorrangiges Ziel einer nachhaltigen Verkehrspolitik im urbanen Raum ist eine Verlagerung der Verkehrsnachfrage vom motorisierten Individualverkehr auf den Umweltverbund. Dazu gehört auch die Entwicklung neuer, multimodaler Mobilitätskonzepte unter Einbeziehung der Elektromobilität. Elektrofahrzeuge können hier im Rahmen von Car- oder Bikesharing eine wichtige Rolle zur nachhaltigeren Gestaltung derjenigen Wege führen, die nicht oder nur mit großem Aufwand mit dem Umweltverbund durchgeführt werden können. Die Nutzung von Elektrofahrzeugen in einem solchen Rahmen kann sowohl die Hürden für den Einstieg im Privatkundenmarkt senken als auch den Absatz ankurbeln. Gerade bei Sharingkonzepten wird den Nutzern die Möglichkeit zum Erfahren der Elektromobilität gegeben, ohne dass sie die noch hohen Anschaffungskosten der Fahrzeuge übernehmen müssen. Neben Car-sharingflotten ist der Einsatz vor allem auch in gewerblichen Flotten (Dienstleister, Flotten des Bundes, der Länder und Kommunen) aus ökologischer sowie wirtschaftlicher Sicht sinnvoll.

Geeignete Regulierungen und Anreize für den Einsatz in Flotten betreffen z. B. Umweltzonen und Lieferfenster für Elektrofahrzeuge, die Bereitstellung von Stellplätzen für Sharingsysteme, Standards für Buchungs- und Abrechnungssysteme sowie Roamingvorschriften zwischen verschiedenen Mobilitätsdienstleistern.

Der Batterie kommt eine Schlüsselrolle für die Wertschöpfung der Elektromobilität zu. Aus strategischer Sicht sollte deshalb zumindest die Grundlagenforschung in Deutschland gefördert werden. Zur Sicherung der automobilen Wertschöpfung in Deutschland ist anzustreben, dass bei zukünftigen Batteriezelltechnologien (Lithiumbatterien der 2. bis 4. Generation) deutsche Hersteller wieder über eine eigene Batterieproduktion verfügen, sei es in den Konzernen selbst oder mittels Joint Ventures. Sie sollten in solchem Umfang beteiligt sein, dass sie über eine Mitsprache bei relevanten Entscheidungen verfügen.

Elektromobilität wird bei zielorientierter Gestaltung der Nutzung dazu beitragen, zwei Jahrhundertprobleme des Verkehrs zu lösen bzw. zumindest deutlich abzumildern: Treibhausgasemissionen und Knappheit fossiler Ressourcen. Eine signifikante Reduktion der Treibhausgasemissionen sowie des Verbrauchs fossiler Ressourcen kann nur erreicht werden, wenn der Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Damit ist eine umweltfreundliche Elektromobilität direkt an das Gelingen der Energiewende gekoppelt. Diese Kopplung sollte auch durch Regulierung bzw. in Fördermaßnahmen explizit hergestellt werden. Da die große Mehrheit potenzieller Käufer Strom aus erneuerbaren Energien wünscht, aber z. T. Zweifel hinsichtlich der Bereitstellung hat, sollte die Politik für ein klares, transparentes und vertrauenswürdiges System zur Sicherstellung des

Strombezugs aus regenerativen Energien sorgen.

Neben dem Klimawandel und der Ressourcenverfügbarkeit kann die Elektromobilität aber auch in anderen wichtigen Problemfeldern einen positiven Beitrag leisten. Genannt sei hier nur der Verkehrslärm als bedeutende Gefährdung der menschlichen Gesundheit. Dieser wird durch Elektromobile deutlich verringert, vor allem im Bereich der Fahrgeschwindigkeiten bis 40 km/h. Zur Vermeidung eines Anstiegs des Unfallrisikos mit Fußgängern und Radfahrern müssen Assistenzsysteme zur Warnung vor und Vermeidung von Kollisionen weiterentwickelt und in Elektromobile eingebaut werden.

Insgesamt wird deutlich, dass die Potenziale und Herausforderungen der Elektromobilität nur aus einer umfassenden und langfristigen Perspektive angemessen bewertet werden können. Auf lange Sicht bietet die Elektromobilität bedeutsame ökologische Vorteile wie auch wirtschaftliche Chancen. Für die Realisierung der Potenziale müssen die noch bestehenden Herausforderungen konsequent angegangen werden, indem Forschung und Entwicklung weiter vorangetrieben und geeignete politische Maßnahmen umgesetzt werden.

Anja Peters, Martin Wietschel

LITERATUR

Biere, D., Dallinger, D., Wietschel, M. (2009): Ökonomische Analyse der Erstnutzer von Elektrofahrzeugen. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft 33(2), S. 173–181

BMWi, BMU (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zu-

- verlässige und bezahlbare Energieversorgung. 28. September 2010, Berlin
- Bundesregierung (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität. Berlin
- ewi (Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln) (2010): Potenziale der Elektromobilität bis 2050. Eine szenarienbasierte Analyse der Wirtschaftlichkeit, Umweltauswirkungen und Systemintegration (Autoren: Richter, J., Lindenberger, D.). Köln
- ESMT (European School of Management and Technology) (2011): Marktmodell Elektromobilität. Berlin
- Fraunhofer ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung) (2008): Quo vadis Elektromobilität? (Autoren: Wietschel, M., Dallinger, D.). In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 58(12), S. 8–15
- Held, M., Baumann, M. (2011): Assessment of the environmental impacts of electric vehicle concepts. 43rd LCA Discussion Forum, Life Cycle Assessment of Electromobility. ETH Zürich
- Helms, H., Jöhrens, J., Lambrecht, U. (2011): Umweltbilanzen Elektromobilität. Wissenschaftlicher Grundlagenbericht. Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU) Heidelberg, gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Heidelberg
- IEA (International Energy Agency) (2010): *Energy Technology Perspectives 2010*. Paris
- Kahn Ribeiro, S., Kobayashi, S., Beuthe, M., Gasca, J., Greene, D., Lee, D.S., Muromachi, Y., Newton, P.J., Plotkin, S., Sperling, D., Wit, R., Zhou, P.J. (2007): Transport and its infrastructure. In: Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A. (eds.): *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge/New York, S. 325–385
- Kley, F. (2011): Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge. Dissertation, Fraunhofer ISI und Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe
- McKinsey (2009): *Pathways to a Low Carbon Economy*. London
- NPE (Nationale Plattform Elektromobilität) (2011): *Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität*. Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (Hg.), Berlin
- Schade, W. (2011): *Reducing greenhousegas emissions of transport beyond 2020: linking R&D, transport policies and reduction targets: Final Conference Summary Note*. Karlsruhe
- Skinner, I., van Essen, H., Smokers, R., Hill, N. (2010): *EU Transport GHG: Routes to 2050? Towards the decarbonisation of the EU's transport sector by 2050*. London
- Thielmann, A., Sauer, A., Isenmann, R., Wietschel, M. (2012): *Technologie-Roadmap Energiespeicher für die Elektromobilität 2030*. Fraunhofer ISI, Karlsruhe (Veröffentlichung geplant in 2012)
- Wietschel, M., Dütschke, E., Schneider, U., Plötz, P., Peters, A., Roser, A., Globisch, J. (2012): *Kaufpotenzial für Elektrofahrzeuge bei sogenannten »Early Adoptern«*. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), durchgeführt von Fraunhofer ISI und IREES GmbH, Karlsruhe

FERNERKUNDUNG: SATELLITENTECHNIK IN DER ENTWICKLUNGSZUSAMMENARBEIT

Der Blick von fern auf die Erde ging von jeher mit einer besonderen Faszination einher. Diese Faszination hat sich inzwischen zu einem eigenen Wirtschaftsbe- reich entwickelt. Die technisch-wissenschaftliche Innovation im Bereich »Ferner- kundung« findet einen zunehmenden gesellschaftlichen Nutzerkreis, und dem Markt mit Fernerkundungsdaten wird regelmäßig großes Wachstumspotenzial attestiert. Ebenfalls wird kontinuierlich darauf hingewiesen, dass im Bereich der Fernerkundung neben dem technologischen Wettlauf um immer bessere Sate- litensysteme auch eine Teilhabe insbesondere der ärmsten Länder mitbedacht werden soll, sodass auch sie einen Nutzen aus der Technik ziehen können. So wer- den zahlreiche Projekte, Kooperationen und ganze Programme seit vielen Jahren von unterschiedlichen Akteuren für Afrika initiiert und durchgeführt. Arbeitsplät- ze werden vor Ort entsprechend ausgestattet und Schulungsprogramme aufge- legt. Doch nach wie vor stellt sich die Frage ob – und, wenn ja, wie – die Ferner- kundung auch in Afrika einen nachhaltigen Beitrag zur Entwicklung leisten kann.

Im Rahmen eines TA-Projekts, das im Herbst 2012 abgeschlossen wird, wer- den Anwendungspotenziale der Erdfer- nerkundung in Entwicklungsländern und Möglichkeiten des Technologietransfers in den Blick genommen. In diesem Artikel wird zunächst ein Über- blick über die Technik und die derzei- tigen Anwendungsstrukturen gegeben. Es werden Rahmenbedingungen für einen möglichen Technologietransfer in Entwicklungsländer angesprochen und einige Afrika-Initiativen vorgestellt, die darauf abzielen, Fernerkundungstech- nologien auch im Rahmen der Ent- wicklungszusammenarbeit zu nutzen. Abschließend wird auch auf die Gren- zen des Einsatzes der Fernerkundung in Entwicklungsländern eingegangen.

FUNKTIONSPRINZIP UND TECHNIK DER ERDFERNERKUNDUNG

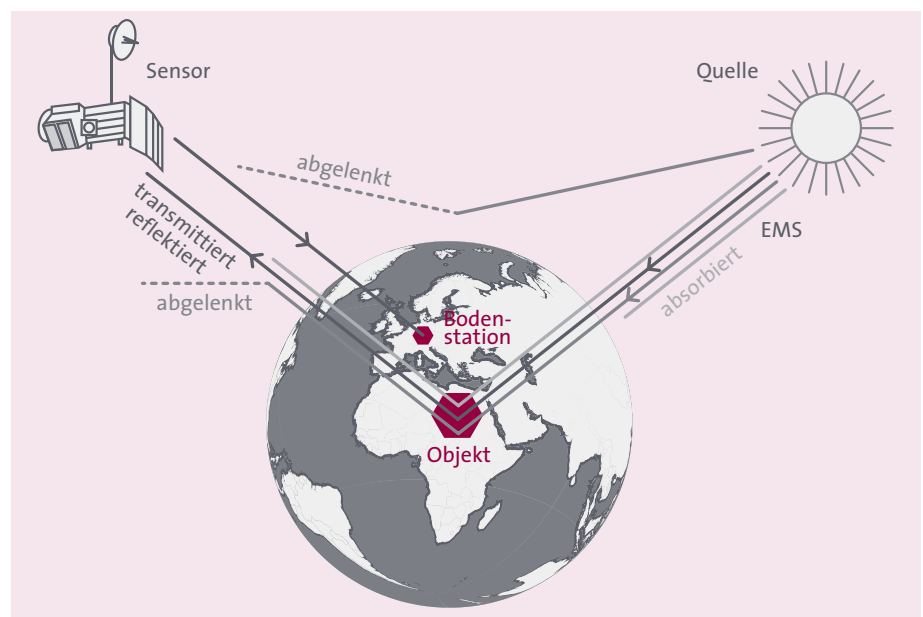
Das Grundprinzip der Fernerkundung lässt sich wie folgt beschreiben: Von einer Quelle, z. B. der Sonne (natürliche Quelle) oder einem Sender (künstliche Quelle), wird elektromagnetische Strahlung ausgesendet. Trifft die Strahlung auf ein Objekt, wird je nach dessen Materialeigenschaften ein Teil der Strahlung an der Objektoberfläche abgelenkt, gestreut oder reflek-

tiert, ein Teil vom Objekt aufgenom- men (absorbiert) und ein Teil durch das Objekt hindurchgelassen (trans- mittiert). Die vom Objekt reflektierte Strahlung kann von einer dritten Posi- tion mithilfe von Beobachtungsin- strumenten bzw. Sensoren empfangen und aufgezeichnet werden. Diese Fern- erkundungsdaten enthalten vielfältige Informationen zum Beobachtungs- objekt. Auf diesem Prinzip aufbauend funktioniert die Fernerkundungstech-

nologie als ein System bestehend aus folgenden Komponenten:

- › elektromagnetische Strahlung (EMS): Sie ist der Informationsträger der Fernerkundung, nachdem sie von einer Strahlungsquelle kontinuierlich oder impulsartig ausgesendet und an unterschiedlichen Objekten spezifisch reflektiert wurde. Für die Fernerkundung relevant ist EMS im optischen Bereich (von ultravioletter Strahlung über sichtbares Licht bis zum Infrarotbereich), die mit optischen Geräten aufgenommen wird, und EMS im Mikrowellenbereich, die mit Radargeräten auf- genommen wird.
- › Beobachtungsobjekte: Bei der Erd- fernerkundung sind das Objekte auf oder Bestandteile der Erdoberfläche (einschließlich der oberen Schich- ten des Erdbodens und der Meere sowie der Atmosphäre), die EMS emittieren oder zumindest teilweise reflektieren. Jedes Objekt reflek- tiert entsprechend seiner Material- zusammensetzung und seiner Ober-

ABB. GRUNDPRINZIP DER FERNERKUNDUNG (SCHEMATISCHE DARSTELLUNG)



Quelle: eigene Darstellung nach Zeil/Saradeth 2010, S. 19

flächenbeschaffenheit: Ein Blatt erscheint grün, weil die EMS des roten und teilweise auch des blauen Bereichs absorbiert und nur die des grünen Bereichs reflektiert wird. Die Wasseroberfläche glitzert, weil viele verschieden geneigte, kleine Einzelflächen die einfallende Sonnenstrahlung in unterschiedliche Richtungen reflektieren. Diese individuellen Reflexionseigenschaften von Objekten bezeichnet man auch als spektrale Signatur, die jedoch nicht immer gleich ist, sondern von vielfältigen Faktoren beeinflusst werden kann. Beispielsweise verändert sich die spektrale Signatur von Pflanzen im Lauf der Wachstumsperiode oder ziehen Veränderungen des Wassergehalts von Pflanzen und Böden Änderungen in der jeweiligen spektralen Signatur nach sich.

- > Satelliteninfrastruktur: Dazu zählen die Beobachtungsinstrumente/Sensoren, welche die von den Objekten reflektierte oder emittierte Strahlung aufnehmen, Abbilder erzeugen bzw. Fernerkundungsdaten generieren, sowie deren Träger oder Plattformen (vorrangig Satelliten, aber auch Flugzeuge) einschließlich deren Platzierungs- und Steuerungseinheiten (Raketen, Startplätze, Kontrollzentren) sowie deren Datenübertragungssysteme.
- > Datenverarbeitung: Sie hat die Aufgabe, aus den übermittelten Fernerkundungsdaten von unterschiedlichen Objekten »sinnvolle« Informationen für spezifische Zielgruppen abzuleiten – heute teilweise auch als Informationsdienstleistungen bezeichnet. Dazu werden Fernerkundungsdaten regelmäßig mit Daten aus anderen Quellen verknüpft.

Die Erkundung von Objekten oder mehr oder weniger großen Teilen des Erdsystems aus der Ferne ist ein hochkomplexes Verfahren. Einerseits sind unterschiedliche Technikmodule nö-

tig, um Messdaten zu generieren und diese auf der Erde verfügbar zu machen. Andererseits sind auch spezifische Kenntnisse und Datenverarbeitungstechnologien erforderlich, um diese Fernerkundungsdaten zu interpretieren, weiter zu verarbeiten und daraus Informationen für unterschiedliche Anwendungsgebiete abzuleiten und Informationsdienstleistungen für unterschiedliche Nutzergruppen bereitzustellen. Die Prozesskette der satellitengestützten Fernerkundung wird entsprechend in den Infrastrukturbe-

reich (Satellitenbau, Platzierung und laufender Betrieb bis hin zum Datenempfang) und den Inwertsetzungsbereich (Datenverarbeitung, Informationsgenerierung) unterteilt. Diese Inwertsetzung erfolgt mit Geoinformationssystemen, insbesondere durch Verknüpfung mit zahlreichen weiteren Daten aus anderen Quellen.

In den vergangenen 40 Jahren wurden bereits viele Fernerkundungssatelliten entwickelt, gebaut, platziert und betrieben. Während des Betriebs liefern

TAB. GMES: ANWENDUNGSFELDER UND MÖGLICHE NUTZERGRUPPEN VON FERNERKUNDUNGSDATEN

Anwendungsfelder	beispielhafte Nutzergruppen für Fernerkundungsdaten in Europa
Landmonitoring (Kartendienste, saisonale Veränderungskartierung, Informationsdienste zur Umsetzung internationaler Umweltvereinbarungen, Ernährungssicherung, nachhaltige Entwicklung in Afrika)	Ministerien mit Ressortzuständigkeiten für Kartografie, Umwelt, Landwirtschaft, internationale Zusammenarbeit u. Ä.; Aufsichts- und Kontrolleinrichtungen (z. B. Agrarsubventionierung); Forschungseinrichtungen; NGOs
Überwachung der Meere und Gewässer (Meeres- und Küstenzustand, Ressourcen, Sicherheit, saisonale Veränderungen)	Ministerien mit Ressortzuständigkeiten für Umwelt, Ernährung, internationale Sicherheit u. Ä.; Gewässerschutzorganisationen; Reedereien; Wasserversorgungsunternehmen; Forschungseinrichtungen
Überwachung von Atmosphäre/Klima (klimatische Langfristbeobachtung zum Zustand und zur Zusammensetzung der Atmosphäre, sowie aktuelle Wetterdienste)	Ministerien mit Ressortzuständigkeiten für Umwelt/Klima, Wetterdienste, Umweltämter, Forschungseinrichtungen
Katastrophenmanagement/ Risikoreduzierung	Ministerien mit Ressortzuständigkeiten für innere Sicherheit, Durchführungsorganisationen (in Deutschland beispielsweise Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Polizei, Feuerwehr, THW usw.)
Sicherheit (Aufklärung und Frühwarnung; Unterstützung bei Krisenmanagementoperationen)	Ministerien mit Ressortzuständigkeiten für Verteidigung, auswärtige Angelegenheiten, Nothilfe

Quelle: eigene Darstellung nach Zeil/Saradeth 2010, S. 19

die Satelliten kontinuierlich Daten zu den Beobachtungsobjekten, die von den jeweiligen Betreibern archiviert und für unterschiedliche Anwendungsgebiete mehr oder weniger freizügig bereitgestellt werden. Die Datenarchive wachsen somit beständig. So beinhaltet beispielsweise das Datenarchiv des US-amerikanischen Landsat-Programms Satellitendaten aus über 40 Jahren. Zugleich wurde die Aufnahmetechnik kontinuierlich leistungsfähiger, d. h., die Sensoren können immer differenzierter und schneller immer kleinere Objekte/Geländeausschnitte erfassen. Neben technologisch höchst aufwendigen Satelliten, die mit großen Investitionssummen einhergehen, können inzwischen auch vergleichsweise kleine und »einfache« Satelliten (in Kleinserien) hergestellt werden, die insbesondere für aufstrebende Länder mit ambitionierten Satellitenplänen interessant werden.

ANWENDUNGSFELDER, NUTZERGRUPPEN UND DIENSTLEISTER IN INDUSTRIELÄNDERN

Es gibt zahlreiche nationale und internationale Initiativen, die sich zum Ziel setzen, Fernerkundungsdaten (sowohl aktuelle Aufnahmen als auch Archivdaten) einer breiteren Anwendung zuzuführen. Ein Beispiel für eine solche Initiative ist das europäische Geoinformationssystem »GMES« (Global Monitoring for Environment and Security), in das Fernerkundungsdaten von zahlreichen Satelliten und diverse Daten aus anderen Quellen einfließen, die für unterschiedliche Anwendungsfelder miteinander verknüpft werden. Die Tabelle listet beispielhaft die in GMES definierten Anwendungsfelder auf (andere Geoinformationssysteme definieren ihre Anwendungsfelder zum Teil anders). Für diese Felder gibt es in den Industrieländern vielfältige Institutionen,

Organisationen und Unternehmen, die, weil sie in den genannten Bereichen aktiv sind, als potenzielle Nutzer der Daten bzw. der daraus abgeleiteten Informationsdienste infrage kommen.

In europäischen Ländern fragen gegenwärtig mehrheitlich öffentliche Einrichtungen – Schätzungen zufolge 80 % – Fernerkundungsdaten für ihre Aufgabenbereiche nach; 20 % der Nachfrage entfallen auf privatwirtschaftliche Unternehmen.

Einige Nutzergruppen von Fernerkundungsdaten befassen sich selbst bereits seit vielen Jahren mit der Aufbereitung und Auswertung von Satellitendaten und verfügen diesbezüglich über umfangreiches Fachwissen (z. B. Wetterdienste, Forschungseinrichtungen). Andere Nutzergruppen beauftragen Dritte, die Satellitendaten aufzubereiten und für sie spezifische Informationsdienste zu entwickeln. Dadurch ist inzwischen ein mehr oder weniger eigenständiger Wirtschaftsbereich entstanden – die Geoinformationsindustrie. Zu ihr gehören beispielsweise Fachgruppen an Universitäten, anwendungsbezogene Einrichtungen bei Satellitenbetreibern sowie zahlreiche Firmengründungen, die sich zu spezialisierten Dienstleistungsunternehmen entwickelt haben.

RAHMENBEDINGUNGEN FÜR ANWENDUNGEN IN UND TECHNOLOGIETRANSFER NACH AFRIKA

Fernerkundung ist eine in den Industrieländern entwickelte Hochtechnologie. Nach Jahrzehnten der Forschung, Entwicklung und Anwendung ist die verfügbare Satelliten- und Sensortechnik zur Erdfernerkundung inzwischen sehr vielfältig und mitunter hochspezifisch für unterschiedliche Anwendungs-

gebiete, d. h., die zu untersuchenden Objekte bzw. die anvisierten Einsatzgebiete spezifizieren jeweils die optimale Technik. Zur Beobachtung der Vegetation sind andere Sensoren geeignet als zur Beobachtung von Wüstenregionen, des Witterungsgeschehens oder der Detektion tief liegender Wasservorkommen.

Sensorkonfigurationen, die für spezifische Analysefragen der Industrieländer der nördlichen Hemisphäre optimiert wurden, können für vergleichbare Analysefragen in Entwicklungsländern durchaus eine gute Datengrundlage liefern, nicht jedoch automatisch für alle. Ob für spezifische Anwendungsgebiete in Afrika bereits verfügbare Fernerkundungsdaten ausreichen, explizit mit der verfügbaren Satelliteninfrastruktur erhoben werden oder für spezifische afrikarelevante Fragestellungen neue Satelliten entwickelt, gebaut und betrieben werden sollten, ist im Einzelfall zu prüfen. In jedem Fall müssen die Satellitendaten für spezifische Fragestellungen und Nutzergruppen aufbereitet werden. Bei allen Teilbereichen der Fernerkundung haben die Länder Afrikas je nach Entwicklungsstand bisher nur bedingt eigene Kompetenzen.

Bereits die Aufbereitung von vorhandenen Fernerkundungsdaten hin zu national/regional relevanten Informationsdiensten ist ein aufwendiger Prozess, der Zeit, Ressourcen, spezifische Fachkenntnisse und den Abgleich mit bodennahen, d. h. In-situ-Daten erfordert. Insbesondere diese Daten können nur sehr begrenzt aus anderen Regionen übernommen werden. Denn die zu untersuchenden Objekte können zwischen nördlicher Hemisphäre und afrikanischem Kontinent sowohl in ihrer Form, Materialzusammensetzung und Oberflächenstruktur wie auch in ihren Reflexionseigenschaften aufgrund von unterschiedlichen Beleuchtungsverhältnissen, Luftfeuchtigkeit, Staubgehalt der Atmosphäre voneinander abwei-

chen. Folglich müssen Prozeduren der Datenaufbereitung, Klassifikation und Verknüpfung, die für Industrieländer entwickelt wurden, für afrikanische Regionen zumindest angepasst werden. Hier eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten der Entwicklungszusammenarbeit, sowohl im Bereich der Erfassung bodennaher Vergleichsdaten als auch in den Bereichen Ausbildung und Wissenschaft. Diese Möglichkeiten der Zusammenarbeit werden oft vorrangig unter dem Label »capacity building« verortet. Dennoch müssen auch hier Arbeitsplätze ausgestattet werden, einerseits mit mobilen georeferenzierenden Geräten für die »Feldarbeit« und andererseits mit Computern für den Datenempfang, die -aufbereitung und -verarbeitung. Bereits dafür ist der Aufwand erheblich. Auch jahrzehntelange Kooperationsprojekte und -partnerschaften führten bisher lediglich dazu, dass vereinzelt Einheiten entstanden sind, die Geoinformationsdienstleistungen erbringen können.

Eine Ursache ist darin zu sehen, dass es in afrikanischen Ländern kaum ähnliche potenzielle Nutzergruppen für Fernerkundungsdaten gibt wie die in der Tabelle genannten beispielhaften europäischen Nutzer. Diese werden im Wesentlichen dem öffentlichen Bereich zugeordnet, den es in vielen Entwicklungsländern in vergleichbarer Form oft höchstens ansatzweise gibt. In der Folge sind auch Anstrengungen bei der Identifizierung spezifischer afrikanischer Nutzergruppen und/oder dem Aufbau von Governancestrukturen nötig, wenn Fernerkundungstechnologie in afrikanischen Ländern einen nachhaltigen Beitrag zur Entwicklung leisten soll.

Bereits die Aufwendungen, die nötig sind, um die gegenwärtigen Defizite bei der afrikaspezifischen Datenaufbereitung zu überwinden, sind erheblich. Bei der Ausbildung im Rahmen von Projektarbeiten gibt es zwar Erfah-

rung. Jedoch ist es insbesondere in den armen Ländern schwierig, ausgebildete Personen längerfristig zu halten. Starke Personalabwanderungen und Fluktuationen erschweren die Etablierung von Arbeitsgruppen im Bereich der Datenauswertung und den Aufbau nationaler Geoinformationssysteme.

Soll bei der Entwicklung der Fernerkundung in Afrika nicht nur die Nutzung bereits verfügbarer Daten, sondern auch die Etablierung eigener Satelliteninfrastrukturkomponenten in den Blick genommen werden, ergeben sich weitere Herausforderungen. Die technologische Abhängigkeit afrikanischer Länder im Bereich Installation und Betrieb von Satelliten dürfte gegenwärtig kaum zu überwinden sein. Mit Ausnahme von Südafrika hat bisher kein afrikanisches Land einen Satelliten selbstständig gebaut. Auch verfügt gegenwärtig kein afrikanisches Land über Raketentechnologien oder Startmöglichkeiten.

Die diesbezüglich technologieführenden Länder haben jedoch oft vielfältige Kooperationserfahrungen, die in der Vergangenheit dabei halfen, dass selbst (wirtschafts)politische Barrieren zwischen unterschiedlichen Regimen überwunden werden konnten. Diese Erfahrungen dürften auch bei möglichen Kooperationsvereinbarungen mit Entwicklungsländern tendenziell hilfreich sein.

Entwicklungsländer äußern seit vielen Jahren ihr Bedürfnis bzw. Ansinnen, auch einen Nutzen aus der installierten Satelliteninfrastruktur zu ziehen. In unterschiedlichen UN-Resolutionen, die maßgeblich durch das Engagement von Entwicklungsländern zustande kamen, wird dies zum Ausdruck gebracht (»Principles of Remote Sensing« von 1986, »Space benefits resolution« von 1996, »International cooperation in the peaceful uses of outer space« von 2009). Auch haben die ersten afrikani-

schen Länder Weltraumagenturen und/oder Fernerkundungszentren gegründet, Weltraum-/Satellitenprogramme aufgelegt und sich auf unterschiedliche Art und Weise am Bau von Fernerkundungssatelliten beteiligt. Erste Kooperationen beim Satellitenbau gibt es beispielsweise zwischen dem europäischen Konzern EADS, Algerien und Nigeria sowie zwischen der Ukraine und Ägypten.

Vor diesem Hintergrund eröffnen sich Ansatzpunkte für die wirtschaftliche Zusammenarbeit und für einen möglichen Technologietransfer: Eine Strategie strebt die Nutzung vorhandener Fernerkundungsdaten an, eine zweite setzt bei der Satelliteninfrastruktur an und zielt auf die Entwicklung und den Bau von Satelliten, die für afrikanische Anwendungsbereiche spezifisch konzipiert werden. Beide Strategien erfordern jedoch auch, die spezifischen Nutzerstrukturen mit in den Blick zu nehmen. Beispielhaft werden nachfolgend zwei derzeitige panafrikanische Kooperationen vorgestellt: für die Strategie »Nutzung vorhandener Fernerkundungsinfrastruktur« das im Aufbau befindliche europäische Geoinformationssystem »Global Monitoring for Environment and Security« (GMES) mit der Initiative »GMES and Africa«, für die Strategie »Aufbau eigener Satelliteninfrastruktur« die »Disaster Monitoring Constellation« (DMC).

KOOPERATIONSPROJEKTE

Im Rahmen der Programminitiative »GMES and Africa« werden gegenwärtig in unterschiedlichen Projekten explizite GMES-Anwendungspotenziale in Afrika untersucht. Die Initiative geht auf die »EU Strategy for Africa: Towards a Euro-African pact to accelerate Africa's Development« (COM [2005] 489 final) und »From Cairo to Lisbon – The EU-Africa Strategic Partnership« (COM [2007] 357 final) zurück.

Es gibt gegenwärtig zwei Programme, durch die die Nutzungsmöglichkeiten von Fernerkundungsdaten für potenzielle afrikanische Nutzer erweitert werden sollen: den »European Development Fund« und die Forschungsrahmenprogramme der EU. Der »European Development Fund« fördert Kooperationsprojekte, die auf Anträgen von Entwicklungsländern beruhen und auch von diesen zumindest maßgeblich geleitet werden. Im Rahmen der Projekte PUMA (Laufzeit: 2001–2005, Förderung: 11,4 Mio. Euro), AMESD (Laufzeit: 2007–2013, Förderung: 21 Mio. Euro) und MESA (Laufzeit: 2013–2018, Förderung: 37 Mio. Euro) soll ein panafrikanisches Netzwerk mit über 50 Ländern und fünf regionalen Zentren entstehen, das eine breitere Nutzung von Fernerkundungsdaten in Afrika befördert. Projektschwerpunkte sind technologische Ausstattung, Schulungen und die Durchführung von Anwendungsprojekten, die in die Etablierung von Informationsdiensten münden sollen. 2003 wurde mit der Entwicklung von Datenempfangsstationen (sogenannten eStations) begonnen. Die ersten Stationen dienten

einem Test unter »afrikanischen Bedingungen«, d. h., es wurde analysiert, inwieweit Staub, Hitze, Feuchtigkeit und andere Bedingungen vor Ort Anpassungen der Technik für deren konstanten operativen Einsatz erfordern. Gleichzeitig startete das dazugehörige Ausbildungsprogramm. Es wurden zwei »Colleges« in Kenia und Niger errichtet, technisch hochwertig ausgestattet (leistungsfähige Computer, Zugang zu Fernerkundungsdaten von Eumetsat und ESA per Übertragungssatellit, Datenverarbeitungssoftware) und mit der methodisch-technischen Ausbildung der Trainer begonnen. Die dritte Säule der Projektarbeiten bilden Kooperationen zur Entwicklung von Informationsdiensten, gegenwärtig in folgenden Anwendungsfeldern:

- › Management von Acker und Weideland in Westafrika
- › Regionales Wasserressourcenmanagement in Zentralafrika
- › Landwirtschaft und Umweltressourcenmanagement im südlichen Afrika
- › Landdegradation, Vermeidung der Wüstenausbreitung und Erhalt der natürlichen Umwelt

- › Meeres- und Küstenmanagement im Indischen Ozean

Die zweite Förderungslinie der Initiative »GMES and Africa« erfolgt durch die Forschungsrahmenprogramme der Europäischen Kommission, indem im Rahmen des Aufbaus von GMES-Diensten auch europäisch-afrikanische Kooperationsprojekte finanziert werden. Diese Kooperationen beruhen vorrangig auf Initiativen europäischer Partner, die die Projekte auch leiten und koordinieren. Projekte können im Rahmen der GMES-Anwendungsfelder (Tab.), aber auch zu Querschnittsthemen aufgelegt werden. Beispielhaft sind die gegenwärtigen Projekte des Anwendungsfeldes »Landmonitoring« skizziert (Kasten 1).

»DISASTER MONITORING CONSTELLATION« (DMC)

DMC ist eine Initiative der englischen Universität Surrey. Vergleichsweise kleine Fernerkundungssatelliten werden von einem Spin-off-Unternehmen der Universität mehrheitlich in Kooperation insbesondere mit neuen Welt-raumnationen gebaut und betrieben. DMC besteht gegenwärtig aus fünf Fernerkundungssatelliten (Kasten 2), die mit einer gewissen zeitlichen Versetzung gestartet und im Verbund positioniert wurden. Das DMC-Programm zielt neben unterschiedlichen Anwendungsschwerpunkten insbesondere im Bereich des Katastrophenmanagements explizit auf einen schrittweisen Transfer von Wissen und Technologie in allen Teilbereichen der Erdfernerkundung in die jeweils kooperierenden Länder. Bereits der Satellitenbau ist mit einem Ausbildungsprogramm für Ingenieure aus den jeweiligen Ländern verbunden. Nach der Platzierung geht der Satellit in den Besitz des jeweiligen Landes über, das den operationellen Betrieb übernehmen soll und Rechteinhaber der Daten ist. Auch Da-

KASTEN 1 EU-AFRIKA-KOOPERATIONSPROJEKTE IM GMES-BEREICH »LANDMONITORING«

Natural Resource Monitoring in Africa

Projektziele: Nutzung der eStations; Aufbau von Umweltmonitoringkapazitäten; Generierung von Umweltindikatoren, die lokalen Experten kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Information Services on Agricultural Change

Projektziele: Bereitstellung von Informationen für europäische und afrikanische Institutionen sowie den Versicherungssektor in Bezug auf landwirtschaftliche Veränderungen (z. B. Dürrerisiken, Änderung der landwirtschaftlichen Produktivität für unterschiedliche Klimaänderungsszenarien).

REDD-Projekte

Die Projekte knüpfen an das UN-REDD-Programm (»Reducing Emissions from Deforestation and Degradation«) an. In vier unterschiedlichen Projekten sollen Möglichkeiten und Grenzen der Erfassung von Waldrodungen und -schädigungen sowie daraus resultierende Veränderungen der Treibhausgasemissionen abgeschätzt werden.

KASTEN 2**TEILNEHMERLÄNDER UND SATELLITEN INNERHALB DER DMC-MISSION**

- > Algerien: *Alsat-1* (2002 gestartet, nicht mehr in Betrieb, Betreiber: algerische Weltraumbehörde ASAL)
- > Nigeria: *Nigeriasat-1* (2003 gestartet, nicht mehr in Betrieb), *Nigeriasat-2*, *Nigeriasat-NX* (beide 2011 gestartet, Betreiber aller Satelliten: nigerianische Weltraumbehörde NASRDA)
- > Türkei: *Bilsat-1* (2003 gestartet, nicht mehr in Betrieb, Betreiber: universitäres Forschungsinstitut)
- > Großbritannien: *UK-DMC* (2003 gestartet, außer Betrieb, Betreiber: universitäre Firmenausgründung)
- > UK-DMC2 (2008 gestartet, Betreiber: universitäre Firmenausgründung)
- > China: *Beijing-1* (2005 gestartet, Betreiber: privates Unternehmen)
- > Spanien: *Deimos-1* (2008 gestartet, Betreiber: privates Unternehmen)

tenaufbereitung, Entwicklung von Informationsdiensten sowie die Hinwendung zu potenziellen Nutzergruppen sollen vom jeweiligen Land in Eigenregie durchgeführt werden.

Die DMC-Teilnehmer beteiligen sich an der »International Charta Space and Major Disasters«, d. h., im Katastrophenfall nehmen die Satelliten zeitnah Daten von den betroffenen Regionen auf und stellen sie aufbereitet unterschiedlichen Nutzergruppen (Hilfsdiensten, Zivilschutz usw.) zur Verfügung. Darüber hinaus soll mithilfe von DMC ein lückenloser Fernerkundungsdatenservice in den jeweiligen Ländern operationalisiert und eine öffentliche und kommerzielle Verwertung der Fernerkundungsdaten etabliert werden. Vorrangige Anwendungsbereiche jenseits des Katastrophenmanagements sind beispielsweise Land- und Forstwirtschaft, Hydrologie, Umweltmonitoring oder Kartografie (Landbedeckung, Siedlungsentwicklung).

FAZIT

Entwicklung und Anwendung der Fernerkundungstechnologie können ein relevanter Bereich für die Entwicklungszusammenarbeit mit Ländern Afrikas sein. Einige afrikanische Länder

zeigen zunehmendes Interesse an der Nutzung der Fernerkundung; Algerien, Ägypten, Marokko, Nigeria und Südafrika bauen mit mehr oder weniger großer Unterstützung bereits eigene Kapazitäten auf. Unterschiedliche Förderstrukturen sind sowohl auf europäischer Ebene als auch durch vielfältiges nationalstaatliches Engagement bereits geschaffen worden. Jedoch ist ein langfristiges Engagement über Jahrzehnte nötig, denn neben der Technik muss nicht nur vielfältiges Know-how in den jeweiligen Zielländern aufgebaut, sondern es müssen auch spezifische Nutzergruppen definiert und angesprochen werden. Wenn dies gelingt, können viele Arbeitsplätze – nicht nur im akademischen Bereich – geschaffen und diverse Aufgabenstellungen in vielen unterschiedlichen Anwendungsbereichen, z. B. bei der Kartografie, Planung von Siedlungsstrukturen, Überwachung der Landnutzung, effektiver als bislang gelöst werden.

Mithilfe von Satellitendaten, die beispielsweise in vielfältige Ernteprognosemodelle eingespeist werden, können bereits heute mit einem zeitlichen Vorlauf von einigen Wochen bis Monaten sich anbahnende Notsituationen erkannt werden. Satellitendaten liefern damit wichtige Informationen, um ggf. bereits im Vorfeld mit der Planung von

notwendigen Gegenmaßnahmen beginnen zu können. Es gilt dabei jedoch zu bedenken, dass Satelliten zunächst Daten liefern, die »lediglich« zu Informationen weiterverarbeitet werden. Diese Informationen müssen vor Ort in tatsächliches Handeln umgesetzt werden. Die konkrete Umsetzung stößt jedoch insbesondere bei schwierigen Governancestrukturen und in Krisenregionen häufig an Grenzen. Die Hungersnot am Horn von Afrika von 2011 ist ein dramatisches Beispiel für diese Diskrepanz. So wurde auf der Basis von Ernteprognosemodellen schon Monate im Voraus auf die sich anbahnende Hungersnot aufmerksam gemacht. Internationale Hilfsorganisationen beklagten jedoch eine »gewisse Ignoranz« in der Wahrnehmung der Problemlage an unterschiedlichen Stellen, infolgederer Hilfsgelder letztlich zu spät und nicht in ausreichendem Maße bereitgestellt wurden. Auch fehlten Strukturen vor Ort, um die Hilfsleistungen schnell genug und in ausreichender Menge zu den Betroffenen zu bringen. Diese Situation kostete – trotz des Einsatzes der hochtechnologischen Fernerkundung – 2011 in Afrika mehreren zehntausend Menschen das Leben.

HINWEIS ZUR VERÖFFENTLICHUNG

Der Bericht »Anwendungspotenziale der Erdfernerkundung für Entwicklungsländer« wird als TAB-Arbeitsbericht Nr. 152 erscheinen.

KONTAKT

Dr. Katrin Gerlinger
030 28491-108
gerlinger@tab-beim-bundestag.de

ÖKOLOGISCHER LANDBAU UND BIOENERGIE – GEHT BEIDES?

Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie strebt sowohl einen Ausbau der ökologischen Landwirtschaft als auch als wichtiger Bestandteil beim Ausbau der erneuerbaren Energien insgesamt eine steigende Bioenergieerzeugung an. Ähnlich wie in der allgemeinen »Teller-oder-Tank-Debatte« um die Konkurrenz zwischen Nahrungsmittelproduktion und Biokraftstoffherstellung stellt sich hier die Frage, ob und in welchem Umfang die beiden Nachhaltigkeitsziele gleichzeitig erreicht werden können. Die komplexen Zusammenhänge sind in dem gerade abgeschlossen TA-Projekt »Ökologischer Landbau und Biomasseproduktion« untersucht worden.

Nachdem es infolge der weltweit stark gestiegenen Nahrungsmittelpreise in den Jahren 2007/2008 schon eine erste Welle der Kritik an Biokraftstoffen gegeben hat, wird aktuell in Deutschland der Kraftstoff E10 (Super mit 10 % Beimischung von Bioethanol) kontrovers diskutiert. Angestoßen hat die Debatte der Bundesminister für wirtschaftliche Zusammenarbeit Dirk Niebel, der wegen steigender Agrarpreise und Dürren einen sofortigen Verkaufsstopp forderte. Hintergrund ist, dass im Juli 2012 die Maispreise aufgrund der Trockenheit in den USA um 23 % und die Weizenpreise aufgrund der verschlechterten Ernteprognosen für Russland um 19 % gestiegen sind. Der Nahrungsmittelpreisindex der FAO bleibt aber weiterhin deutlich unter dem Höchststand von 2011, und die Organisation erwartet weltweit weiterhin eine Rekordgetreideernte für 2012.

Schon in der aktuellen Situation ist eine Antwort auf die Frage schwierig, ob und welche landwirtschaftliche Bioenergieerzeugung ggf. die Nahrungsmittelproduktion beeinträchtigt. Bei der »Teller-oder-Tank-Diskussion« geht es aber nicht nur um die Auswirkungen *zurückliegender* Entscheidungen, sondern insbesondere um Auswirkungen *heute zu treffender* Entscheidungen zur Bioenergieförderung auf die zukünftige Entwicklung von möglichen Flächenkonkurrenzen. Im TA-Projekt »Ökologischer Landbau und Biomasseproduktion« ist unter einer solchen längerfristigen Perspektive ein Teilaspekt untersucht worden, und zwar mögli-

che Konkurrenzen zwischen den beiden Nachhaltigkeitszielen »Ausbau des ökologischen Landbaus« und »Ausbau der Bioenergieerzeugung« im Rahmen des Ausbaus der erneuerbaren Energien insgesamt. Das inzwischen abgeschlossene Projekt wurde auf Anregung des Parlamentarischen Beirats für nachhaltige Entwicklung vom Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) in Auftrag gegeben. Der Bericht wird nach erfolgter Abnahme im ABFTA voraussichtlich Ende des Jahres veröffentlicht werden.

Fragestellungen im Projekt waren, ob ökologischer Landbau und Biomasseproduktion für energetische Verwendungen künftig stärker miteinander verbunden werden können, um eine steigende Nachfrage für beide Bereiche abzudecken, oder ob die entsprechenden Ziele der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie im Konflikt miteinander stehen und deshalb eine prioritäre Ausrichtung der landwirtschaftlichen Produktion auf einen Nutzungszweig vorgenommen werden muss.

NACHHALTIGKEITZIELE »ÖKOLOGISCHER LANDBAU« UND »BIOENERGIE«

Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung wird durch Indikatoren und Zielgrößen konkretisiert. Mit insgesamt 21 Schlüsselindikatoren wird regelmäßig aufgezeigt, welche Fortschritte bzw. Rückschritte auf dem

Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung eingetreten sind.

ÖKOLOGISCHER LANDBAU

Dem ökologischen Landbau wird eine Vorreiterrolle für eine nachhaltige Landwirtschaft zugeschrieben. Als Zielwert ist in der Nachhaltigkeitsstrategie ein Anteil der Anbaufläche ökologisch wirtschaftender Betriebe von 20 % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche festgelegt. Dieser Anteil sollte ursprünglich bis 2010 erreicht werden, mit dem Fortschrittsbericht 2008 wurde dies modifiziert: Das Ziel soll nun »in den nächsten Jahren« realisiert werden.

Um eine weitere Ausdehnung des ökologischen Landbaus zu ermöglichen und um ökologisch wirtschaftende Betriebe für ihre gesellschaftlichen Leistungen zu entschädigen, wurden zahlreiche Fördermaßnahmen implementiert. Die wichtigsten Instrumente sind die flächenbezogene Förderung, die Agrarinvestitionsförderung, Fördermaßnahmen zur Marktstrukturverbesserung sowie Beratungs-, Bildungs- und Informationsmaßnahmen.

Der Flächenanteil des ökologischen Landbaus insgesamt ist von 1994 bis 2010 von 1,6 auf 5,9 % gestiegen und weist dabei einen hohen Anteil für Dauergrünland auf, während die Umstellungsraten im Veredlungsbereich und bei Sonderkulturen gering sind. Der deutsche Markt für Biolebensmittel ist in den letzten Jahren deutlich schneller gewachsen als die ökologisch bewirtschaftete Fläche in Deutschland. Deshalb wird die deutlich steigende Nachfrage nach ökologischen Lebensmitteln in Deutschland zunehmend durch Importe gedeckt.

BIOENERGIE

Im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels »Ausbau der erneuerbaren Energien« leistet die Bioenergie in den drei Energiesektoren Strom, Wärme und Kraft-

stoffe einen wesentlichen Beitrag. Der Umstieg auf erneuerbare Energien soll die energetisch bedingten Emissionen von Treibhausgasen verringern. Die in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung von 2002 festgelegten Zielgrößen für das Jahr 2010 wurden sowohl beim Anteil am gesamten Energieverbrauch als auch beim Anteil am Stromverbrauch vorzeitig erreicht. Die Zielgrößen wurden mittlerweile von der Bundesregierung fortgeschrieben: für das Jahr 2020 auf 18 % Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch und 35 % Anteil am Stromverbrauch. Der angestrebte Beitrag der Bioenergie wurde 2009 im Nationalen Biomasseaktionsplan konkretisiert.

Bei der Bioenergie setzen die Fördermaßnahmen vor allem bei der Erzeugung bzw. Verwendung an. Die wichtigsten Instrumente, welche die Entwicklung des Energiepflanzenanbaus bestimmen, sind im Strombe-

reich das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sowie bei den Biokraftstoffen die Quotenregelung (früher die Steuerbefreiung).

Der Biomasseanteil an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien betrug im Jahr 2010 in Deutschland rund 30 %. Seit 2004 sind Anzahl und installierte elektrische Leistung der Biogasanlagen zur Stromerzeugung stark gestiegen. Bei den in Biogasanlagen eingesetzten Substraten dominiert die Maissilage. Bei den Biokraftstoffen war die Entwicklung weniger kontinuierlich. Der Einsatz von Pflanzenöl als Biokraftstoff ist nach einem kurzfristigen starken Anstieg in den letzten Jahren wieder sehr stark zurückgegangen. Produktionskapazitäten und Absatz bei Biodiesel hatten sich in den Jahren von 2000 bis 2007 rasant erhöht, seit der Umstellung auf die Quotenregelung stagniert der Markt jedoch. Schließlich haben seit 2005 die Produktionska-

pazitäten und die Erzeugung von Bioethanol in Deutschland zugenommen. Aufgrund der geförderten Bioenergieerzeugung ist die Anbaufläche für Energiepflanzen in den letzten zehn Jahren sehr stark, auf fast 2 Mio. ha, angewachsen.

GRAD DER ZIELERREICHUNG

Bei den beiden Nachhaltigkeitszielen »Ökologischer Landbau« und »Bioenergie« (als Teil der erneuerbaren Energien) sind seit der Verabschiedung der Nachhaltigkeitsstrategie durch die Bundesregierung 2002 deutliche Fortschritte erzielt worden. Die relativen Zuwächse im Bereich des Energiepflanzenanbaus waren allerdings im Vergleich zur ökologisch bewirtschafteten Fläche zwischen 2002 und 2010 deutlich höher. Die derzeitige Lücke gegenüber den gesetzten Zielgrößen ist bei den erneuerbaren Energien bzw. bei der Bioenergie deutlich geringer als beim ökologischen Landbau (Tab.).

TAB. GRAD DER ZIELERREICHUNG VERSCHIEDENER NACHHALTIGKEITSZIELE

Nachhaltigkeitsziele	Ziel der Bundesregierung	2002	2009	Veränderung 2002–2009	Grad der Zielerreichung
Anteil Ökofläche an der LF	20 %	4,1 %	5,9 % ¹	+44 % ¹	30 %
Anteil EE am gesamten Energieverbrauch	18 %	4,5 %	10,3 %	+129 %	57 %
Anteil EE an der Stromerzeugung	35 %	7,8 %	16,4 %	+110 %	47 %
davon Bioenergie	8 %	0,7 %	5,2 %	+643 %	65 %
Anteil EE an der Wärmebereitstellung	14 %	4,3 %	8,8 %	+105 %	63 %
davon Bioenergie	9,7 %	4,1 %	8,1 %	+98 %	84 %
Anteil EE Kraftstoffe	10 %	0,9 %	5,5 %	+511 %	55 %
Anteil Energiepflanzenfläche an der LF	–	1,0 % ²	10,1 %	+910 % ²	–

1 Angaben beziehen sich auf das Jahr 2010
 2 Angaben beziehen sich auf das Jahr 2005
 EE: erneuerbare Energien
 LF: landwirtschaftliche Fläche

Quelle: eigene Darstellung (TAB-Arbeitsbericht Nr. 151)

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGSMÖGLICHKEITEN UND ERREICHBARKEIT DER NACHHALTIGKEITSSZIELE

Im TAB-Bericht wird analysiert, wie die zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten des ökologischen Landbaus und der Bioenergieerzeugung sowie die zugrundeliegende Politikgestaltung sich auf die Flächennutzung und -konkurrenz sowie auf die Erreichbarkeit der beiden Nachhaltigkeitsziele auswirken. Wichtige Ergebnisse sind:

- › Wenn die bestehende Priorität für die Bioenergie im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels »Erneuerbare Energie« beibehalten, die Förderpolitik den Energiepflanzenanbau ökonomisch begünstigt und damit das verfügbare zukünftige Flächenpotenzial weitgehend für den Anbau von Energiepflanzen genutzt wird, dann werden Flächenkonkurrenzen fortbestehen oder sich verschärfen. In der Fortschreibung der bisherigen Politik ist damit ein Zielkonflikt zwischen den beiden Nachhaltigkeitszielen angelegt.
- › Das Nachhaltigkeitsziel eines 20 %igen Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Jahr 2020 kann mit der derzeitigen Förderpolitik nicht erreicht werden, weil die Anreize für eine Umstellung und die bewirkte ökonomische Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus nicht ausreichen. Regionale Flächenkonkurrenzen mit dem Energiepflanzenanbau (insbesondere zur Biogaserzeugung) verschärfen die Situation, sind aber nicht die entscheidende Ursache.
- › Die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels »Ökologischer Landbau« erfordert eine entsprechend verbesserte Förderpolitik. Der ökologische Landbau ersetzt die konventionelle Produktion von Lebensmitteln und löst aufgrund der geringeren Flächenproduktivität einen begrenzten zusätzlichen Flächenbedarf aus, der sich in der Größenordnung von 0,8 Mio. ha bei einem Flächenanteil von 20 % bewegt. Zusätzlich ist eine Umgestaltung der Agrarpolitik erforderlich, die höhere umweltpolitische Anforderungen an die Landbewirtschaftung insgesamt bzw. die Bindung von Direktzahlungen an ökologische Leistung beinhaltet. Damit würden ökonomische Hemmnisse bei der Umstellung abgebaut, weil die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Landwirtschaft durch deren höhere Produktionskosten gestärkt würde. Dies wäre gleichzeitig förderlich zu Erreichung weiterer Nachhaltigkeitsziele wie der Senkung des landwirtschaftlichen Stickstoffüberschusses.
- › Bei einer Erreichung des Nachhaltigkeitsziels »Ökologischer Landbau« würden noch Flächenpotenziale für einen moderaten weiteren Ausbau der Energiepflanzenutzung übrig bleiben. Die Herausforderung ist dann, in einer integrierten Gesamtstrategie Ausbauziele und Förderung so zurückhaltend und flexibel zu gestalten, dass keine neuen Konkurrenzen durch Überförderung ausgelöst werden.
- › Bei der Bioenergie ist die Situation sehr komplex, da bei dem übergeordneten Ziel »Erneuerbare Energien« eine Reihe von Alternativen zur Bioenergie zur Verfügung stehen. Zudem gibt es bei der Bioenergie selbst erhebliche Gestaltungsspielräume durch die verschiedenen Produktlinien und durch die Frage »inländische Erzeugung oder Import« von Bioenergieträgern. Dadurch eröffnen sich Chancen, Konkurrenzen und Zielkonflikte abzubauen bzw. zu verhindern, ohne das Ziel bei den erneuerbaren Energien infrage zu stellen.
- › Es bestehen erhebliche, bisher ungenutzte Potenziale bei der energetischen Nutzung landwirtschaftlicher Rest- und Abfallstoffe, insbesondere bei der Nutzung von Wirtschaftsdünger (Gülle) in Biogasanlagen sowie bei der Nutzung von Zwischenfrüchten und Klee gras. Die Erschließung dieser Potenziale würde einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen leisten und keine zusätzliche Flächenbelegung auslösen, also zur Vermeidung von Zielkonflikten beitragen. Allerdings wären damit höhere Kosten verbunden.
- › Der zukünftige Umfang des inländischen Anbaus für die Biokraftstoffproduktion ist unsicher. Die Entwicklung des inländischen Anbaus wird wesentlich bestimmt durch die Wirtschaftlichkeit gegenüber Biokraftstoffimporten und die Erfüllbarkeit der Anforderungen an die erzielte Treibhausgas minderung. Mit rund 1,2 Mio. ha ist mehr als die Hälfte der derzeitigen Anbaufläche der Energiepflanzen betroffen. Einerseits sind damit erhebliche wirtschaftliche Risiken für deutsche Landwirte und Biokraftstoffhersteller verbunden. Andererseits könnten größere Flächen für andere Energiepflanzen und Nutzungswege frei werden, unter Vermeidung von inländischen Flächenkonkurrenzen. Der Import von Biokraftstoffen beinhaltet zum einen die Chance geringerer Flächeninanspruchnahme und zum anderen das Risiko hoher Klimagasemissionen durch indirekte Landnutzungsänderungen.
- › Neben der Flächenkonkurrenz hat der Energiepflanzenanbau in den letzten Jahren zu einer Intensivierung der Landbewirtschaftung beigetragen, insbesondere durch die Abschaffung der obligatorischen Flächenstilllegung und die Verengung von Fruchtfolgen. Ökologischer Landbau und die bisherige Praxis des Energiepflanzenanbaus

in konventionellen Betrieben verfolgen tendenziell gegenläufige Ziele. Politische Rahmensetzungen, die eine umweltverträglichere Gestaltung des Energiepflanzenanbaus bewirken, würden zu einer höheren Konsistenz in der Nachhaltigkeitspolitik beitragen. Zusätzliche ökologische Anforderungen an den Energiepflanzenanbau bedeuten allerdings einen größeren Flächenbedarf und höhere Kosten.

- › Veränderungen bei den Rahmenbedingungen haben erheblichen Einfluss auf die Flächenverfügbarkeit und das zukünftige Auftreten von Flächenkonkurrenzen. Insbesondere ein niedrigerer Konsum von Fleisch und tierischen Lebensmitteln würde relevante Flächenpotenziale freisetzen und gleichzeitig den »Flächenrucksack« der deutschen Landwirtschaft verringern, falls der geringere inländische Konsum nicht durch steigende Exporte tierischer Lebensmittel kompensiert wird. Prinzipiell können ebenso durch verringerte Lebensmittelverluste relevante Flächenfreisetzungen erreicht werden, wobei die erzielbare Reduzierung der Verluste sehr unsicher ist.

ZUKÜNFTIGE AUSRICHTUNG DER NACHHALTIGKEITSPOLITIK

Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist als ganzheitlicher, integrativer Ansatz angelegt. Trotzdem kann es bei der Ausgestaltung der Nachhaltigkeitspolitik zu Konflikten zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitszielen kommen. Nachhaltigkeitspolitik als Querschnittsaufgabe beinhaltet deshalb auch das Abwägen zwischen verschiedenen Zielsetzungen und Entwicklungswegen.

Die Analysen des TA-Projekts haben gezeigt, dass die Erreichung der beiden hier thematisierten Nachhaltigkeitsziele bis zum Jahr 2020 nicht nur von der

Konkurrenz um landwirtschaftliche Flächen bestimmt wird, sondern auch von den jeweiligen politischen Maßnahmen und zusätzlich von einer Reihe von Rahmenbedingungen abhängig ist. Zielkonflikte zwischen den Nachhaltigkeitszielen können, müssen aber nicht auftreten.

Im Sinne einer transparenten und begründeten Politikgestaltung sollte die zukünftige Gewichtung der beiden Nachhaltigkeitsziele explizit vorgenommen werden. Daraus ergeben sich unterschiedliche politische Handlungsschwerpunkte und Konsequenzen für die zukünftige Entwicklung von Flächennutzung und -konkurrenz. Drei grundsätzliche Ausrichtungen können identifiziert werden.

PRIORITÄT FÜR DAS NACHHALTIGKEITSZIEL »BIOENERGIE«

In Fortsetzung der bisherigen Politik würden energie- und klimaschutzpolitische Ziele im Vordergrund stehen. Zentrale Zielsetzungen wären, mit der Ausweitung des Energiepflanzenanbaus einen Beitrag zur Treibhausgas-minderung, zur Sicherheit der Energieversorgung und zur Beschäftigung und Wertschöpfung insbesondere im ländlichen Raum zu leisten. Die Verfolgung des Nachhaltigkeitsziels »Ökologischer Landbau« würde dagegen nicht intensiviert. Die zu erwartende sehr langsame Ausweitung der ökologischen Anbaufläche würde für die Frage der Flächenkonkurrenz keine Rolle spielen. Auch für eine Ausweitung anderer Nutzungswege (z. B. stoffliche Nutzung) stünden kaum Flächen zur Verfügung, weil das verfügbare Flächenpotenzial nahezu vollständig für den Anbau von Energiepflanzen genutzt würde. Eine Fortschreibung des Status quo würde somit darauf hinauslaufen, den Zielkonflikt zwischen den Nachhaltigkeitszielen »Ökologischer Landbau« und »Bioenergie« zugunsten der Bioenergie zu lösen.

PRIORITÄT FÜR DAS NACHHALTIGKEITSZIEL »ÖKOLOGISCHER LANDBAU«

Die konkrete Zielgröße, den Anteil des ökologischen Landbaus bis zum Jahr 2020 (als Konkretisierung für die derzeitige Zielsetzung »in den nächsten Jahren«) auf 20 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern, steht stellvertretend für die Absicht, insgesamt eine nachhaltigere Landbewirtschaftung in Deutschland zu erreichen. Ein deutlich forcierter Ausbau der ökologischen Landwirtschaft wäre erforderlich, um das 20 %-Ziel bis zum Jahr 2020 realisieren zu können. Ein wichtiges Element wäre, die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung deutlich zu stärken. Ein Flächenanteil von 20 % für den ökologischen Landbau im Jahr 2020 bedeutet, dass ein zusätzlicher Flächenbedarf von etwa 0,8 Mio. ha aufgrund der geringeren Flächenproduktivität des ökologischen Landbaus entsteht. Beim Nachhaltigkeitsziel »Erneuerbare Energien« müsste gleichzeitig die bisherige politische Ausrichtung verändert werden.

Um den Vorrang der Nahrungsmittelproduktion sicherzustellen und Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen zu vermeiden, darf die Anbaufläche für Energiepflanzen nur so weit ausgedehnt werden, wie der zusätzliche Flächenbedarf durch ökologischen Landbau und Extensivierung der konventionellen Landwirtschaft dies zulässt. Während das Nachhaltigkeitsziel »Ökologischer Landbau« mit der Vorgabe eines Flächenanteils einen unmittelbaren Flächenbezug hat, stehen für die Nachhaltigkeitsziele bei den regenerativen Energien verschiedene Wege zur Zielerreichung offen. Grundsätzlich wäre es möglich, dass die Ausbauziele für regenerative Energien erreicht werden und es zu keinem Zielkonflikt kommt. Zentrales Risiko dieser Option ist, dass das Nachhaltigkeitsziel für erneuerbare

Energien nicht erreicht wird, weil der Verzicht auf einen starken Ausbau des Energiepflanzenanbaus nicht ausreichend durch die Bioenergiegewinnung aus Rest- und Abfallstoffen oder durch andere erneuerbare Energien kompensiert wird.

INTEGRATIVE POLITIK ZUR GLEICHGEWICHTIGEN VERFOLGUNG BEIDER NACHHALTIGKEITSZIELE

Zielsetzung wäre, beide Nachhaltigkeitsziele »Ökologischer Landbau« und »Bioenergie« bis 2020 zu erreichen, also sowohl eine nachhaltigere Landbewirtschaftung als auch einen essenziellen Beitrag zur regenerativen Energieversorgung zu schaffen. Die integrative Verfolgung mehrerer Nachhaltigkeitsziele stellt besonders hohe Anforderungen an eine abgestimmte Politik. Es wären Rahmenbedingungen zu schaffen, die eine deutlich erhöhte Umstellung auf ökologischen Landbau ermöglichen, im Rahmen einer um-

weltverträglicheren Landbewirtschaftung auf der gesamten Fläche. Die Ausdehnung des ökologischen Landbaus müsste mit der Förderung der Bioenergieerzeugung bestmöglich in Einklang gebracht und Synergien gezielt genutzt werden. Ein zentrales Element wäre eine verbesserte Integration der Energiepflanzenproduktion in den ökologischen Landbau. Um Flächenkonkurrenzen bei gleichzeitigem Ausbau von ökologischem Landbau und Energiepflanzenanbau zu verhindern, wären darüber hinaus gezielte Politiken notwendig, die zu einem nachhaltigeren Konsum von Nahrungsmitteln führen. Insbesondere eine Verminderung des Fleischkonsums und eine Vermeidung von Lebensmittelverlusten könnten den Flächenbedarf für die Nahrungsmittelproduktion erheblich reduzieren. Die Veränderung von Ernährungsstilen und der Umgang mit Lebensmitteln können allerdings nur zum Teil durch politische Rahmensetzungen beeinflusst werden, hier wäre ggf. ein gesamtgesellschaftlicher Prozess nötig.

Im Unterschied zu anderen Aussagen – wie jüngst z. B. die Empfehlung der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina Deutschland sollte keinen weiteren Ausbau von Bioenergie anstreben – ergibt sich aus der Analyse des TAB ein komplexes Bild mit verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten, die jeweils spezifische Chancen, aber auch Risiken beinhalten.

HINWEIS ZUR VERÖFFENTLICHUNG

Der Bericht »Ökologischer Landbau und Bioenergieerzeugung – Zielkonflikte und Lösungsansätze« wird als TAB-Arbeitsbericht Nr. 151 erscheinen.

KONTAKT

PD Dr. Rolf Meyer
0721 608-24868
rolf.meyer@kit.edu

MANIPULATION DES CO₂-KREISLAUFS – EIN MITTEL GEGEN DEN KLIMAWANDEL?

Die Menge an CO₂, die durch menschliche Aktivitäten jedes Jahr in die Atmosphäre freigesetzt wird, eilt von Rekord zu Rekord – trotz teils dramatischer Appelle aus Kreisen der Wissenschaft, dass dieser Trend so rasch wie möglich durchbrochen werden müsse. Notwendig sei dies, um die Erderwärmung auf 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen und damit einen katastrophalen Klimawandel noch rechtzeitig verhindern zu können. Bislang ist es der internationalen Klimapolitik nicht gelungen, einen für alle Staaten verbindlichen »Weltklimavertrag« zu verabschieden. Bei der letzten Klimakonferenz in Durban (Südafrika) wurde lediglich vereinbart, dass ein weltweites Klimaschutzabkommen bis 2015 ausgearbeitet und ab 2020 umgesetzt werden soll. Ohne ein solches Abkommen, das für alle Staaten verbindliche Reduktionsziele beinhaltet, dürften die CO₂-Emissionen jedoch auch in Zukunft weiter ansteigen. Ob der geringen Fortschritte in der internationalen Klimapolitik zunehmend besorgt, werden in der Wissenschaft verstärkt Konzepte und Technologien diskutiert, die geeignet sein könnten, CO₂ in großen Mengen aus der Atmosphäre zu entfernen.

Verschiedene technologische Verfahren und bestimmte Praktiken der Landnutzung erlauben es, CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen und dieses in anderen Kohlenstoffreservoirs des Erdsystems zu binden. Diese Maßnahmen, die im Gegensatz zur Emissionsvermeidung erst ansetzen, nachdem das Treibhausgas in die Atmosphäre emittiert wurde, könnten prinzipiell dazu beitragen, die CO₂-Belastung der Atmosphäre zu reduzieren. Allerdings wären dazu sehr tiefgreifende Eingriffe in den natürlichen globalen CO₂-Kreislauf notwendig, da – um überhaupt eine klimarelevante Wirkung entfalten zu können – enorme Mengen an CO₂ aus der Atmosphäre entfernt werden müssten. Die Technologien werden teilweise auch unter dem Oberbegriff »Geoengineering« bzw. »Climate Engineering« subsumiert und als »carbon dioxide removal« (CDR) bezeichnet.

In dem TA-Projekt »Technische Optionen zum Management des CO₂-Kreislaufs« hat das TAB den aktuellen Stand der Entwicklung und der Diskussion um Konzepte und Technologien zum Management des CO₂-Kreislaufs erhoben und dokumentiert. In diesem Beitrag werden die wichtigsten Ergebnisse des Projekts vorgestellt. Diese dienen auch als Grundlage für das laufende TA-Projekt »Geoengineering«, das

über eine rein naturwissenschaftlich-technische Betrachtung dieser Konzepte und Technologien hinausgeht und sich auch mit ethischen Fragestellungen, rechtlichen Rahmenbedingungen, Regulierungserfordernissen und politischen Handlungsoptionen befassen wird.

TECHNISCHE VERFAHREN ZUR REDUKTION DES CO₂-GEHALTS DER ATMOSPHERE

Es werden technische Verfahren diskutiert, mittels derer CO₂ aus der Atmosphäre entfernt und in andere Kohlenstoffreservoirs des Erdsystems überführt werden soll. Obwohl die Vorschläge teilweise durch ihre technische Einfachheit attraktiv erscheinen, zeigt die im Rahmen dieses TA-Projekts erfolgte Untersuchung des Themenfelds, dass gegenwärtig und auch in naher Zukunft keines der Verfahren dafür geeignet ist, CO₂ in einer klimarelevanten Menge aus der Atmosphäre zu entfernen. Vielmehr wird deutlich, dass einige der Vorschläge mit teils gravierenden Nebenwirkungen für die Umwelt verbunden sein könnten, über deren Ausmaß allerdings noch große Unklarheit herrscht. Im Folgenden werden die Vorschläge und damit ver-

bundene Probleme zusammenfassend beschrieben.

OZEANDÜNGUNG

Ziel der sogenannten Ozeandüngung ist es, bestimmte Meeresregionen mit spezifischen Nährstoffen zu versorgen, um damit das Wachstum von Algen zu fördern. Auf diese Weise soll das im Oberflächenwasser gelöste CO₂ in Algenbiomasse umgewandelt werden und nach dem Absterben der Algen bzw. ihrer Fressfeinde in tiefe Meeresschichten absinken. Durch diesen CO₂-Transport in die Tiefsee wird das Oberflächenwasser in die Lage versetzt, kontinuierlich CO₂ aus der Atmosphäre aufzunehmen.

Die Idee der Ozeandüngung ist bereits über 20 Jahre alt. Zunächst wurde ihr – insbesondere bei der Verwendung von Eisen als Düngemittel – ein sehr hohes Potenzial zur Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre eingeräumt, da theoretisch bereits eine Tonne Eisen ausreichen würde, um über 80.000 t CO₂ in Algenbiomasse zu fixieren. Die Ergebnisse einer Reihe von kleinskaligen Feldexperimenten waren jedoch sehr ernüchternd, da bestenfalls ein weit unter den Erwartungen liegender CO₂-Transport in die Tiefsee gemessen werden konnte. Heute sind sich die Forscher darüber einig, dass das Verfahren auch unter sehr optimistischen Annahmen nur einen sehr geringen Teil der anthropogenen CO₂-Emissionen aus der Atmosphäre entfernen könnte.

Die häufig unerwarteten Ergebnisse der Experimente haben deutlich vor Augen geführt, wie gering das Verständnis der komplexen Vorgänge in marinen Ökosystemen noch ist. Dies ist insbesondere auch vor dem Hintergrund relevant, dass eine großflächige Düngung des Ozeans einen sehr deutlichen und nachhaltigen Eingriff in das sensible Gefüge der marinen Ökosysteme darstellen würde, sodass weitrei-

chende Folgen für die Meeresumwelt nicht auszuschließen sind. Beispielsweise würden – falls die Biomasse tatsächlich absinkt – nicht nur CO₂, sondern auch andere Nährstoffe in tiefere Meeresschichten transportiert, die dann anderen Meereslebewesen nicht mehr zur Verfügung stünden. In der Tiefsee, wo Bakterien die Biomasse zersetzen, könnte es zu einem Sauerstoffmangel kommen, der diese Meeresgebiete für andere Meereslebewesen unbewohnbar machen könnte. Diese und ähnlich gravierende Folgen der Ozeandüngung sind bisher nur unzureichend erforscht worden.

BIOTECHNOLOGISCHE MIKROALGENPRODUKTION

Algen lassen sich nicht nur im Meer, sondern in geeigneten Produktionsanlagen auch an Land züchten. So beruht der Vorschlag der biotechnologischen Mikroalgenproduktion auf der Idee, sich die im Vergleich zu Landpflanzen wesentlich effizientere Umwandlung von Sonnenenergie in chemische Energie, die viele Mikroalgen auszeichnet, zunutze zu machen. Die Mikroalgenproduktion im großen Maßstab könnte sich als potenziell effiziente Strategie zur CO₂-Fixierung in Biomasse erweisen, ohne dabei bereits bestehende Flächennutzungskonkurrenzen zu verschärfen.

Um die hohe Effizienz der Energieumwandlung von Mikroalgen nutzbar zu machen, sind allerdings optimale Wachstumsbedingungen nötig, wie sie nur in sogenannten Photobioreaktoren, d. h. in geschlossenen Kultivierungsanlagen bestehend aus transparenten Röhren- oder Plattensystemen, aufrechterhalten werden können (Abb. 1). Beim gegenwärtigen Stand der Technik sind so Flächenerträge möglich, die um einen Faktor 2 bis 10 höher ausfallen als bei Landpflanzen. Allerdings ist die Produktion der Biomasse noch sehr teuer und energieintensiv –

heutige Produktionsanlagen benötigen mehr Energie für die Kultivierung und Produktgewinnung, als aus der Mikroalgenbiomasse gewonnen werden kann. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Aus Perspektive des Klimaschutzes ist die weitere Verwertung der Mikroalgenbiomasse von Bedeutung. Mikroalgen enthalten eine ganze Reihe an hochwertigen Inhaltsstoffen, wodurch sie schon heute, wenn auch in einem sehr geringen Umfang, als Grundstoff in der Nahrungs-, Futter- oder Pharmaindustrie Verwendung finden. Allerdings kann die stoffliche Nutzung der Mikroalgen kaum zur CO₂-Fixierung beitragen, da die Produkte i. d. R. eine nur kurze Lebensdauer haben, sodass das gebundene CO₂ zeitnah wieder freigesetzt wird. Hingegen könnte die energetische Verwertung der Mikroalgenbiomasse attraktiv sein. Zwar würde auch dadurch das in der Biomasse fixierte CO₂ wieder freigesetzt, allerdings könnten so fossile Energieträger klimaneutral substituiert werden. Die Technologie, die eine großtechnische, preiswerte und insbesondere CO₂-neutrale Produktion von Bioener-

gie aus Mikroalgen ermöglichen würde, steht bislang allerdings noch nicht zur Verfügung und wird frühestens für 2020 erwartet.

BIOKOHLE AUS BIOMASSE

Im Zuge des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs wird der überwiegende Teil des in der Biomasse gebundenen Kohlenstoffs durch biologische und/oder chemische Zersetzungsprozesse in CO₂ umgewandelt und wieder in die Atmosphäre freigesetzt. Hier setzt die Idee an, die Biomasse in eine stabilere Form umzuwandeln, um den darin gespeicherten Kohlenstoff aus dem natürlichen Kreislauf und damit dauerhaft aus der Atmosphäre zu entfernen. Ein vergleichsweise einfaches Verfahren zur Umwandlung von Biomasse in eine stabilere Form ist die thermische Umwandlung in sogenannte Biokohle.

Das Thema Biokohle stößt seit einigen Jahren auf große Aufmerksamkeit, da vermutet wird, dass in Böden eingebrachte Biokohle eine positive Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit entfalten könnte. Die Bodenapplikation

ABB. 1 BEISPIEL FÜR EINE GESCHLOSSENE KULTIVIERUNGSANLAGE FÜR MIKROALGEN



Quelle: Roquette Klötze GmbH & Co. KG

der Biokohle würde auch das Problem lösen, was mit der enormen Menge an Biokohle geschehen soll, die produziert werden müsste, um CO₂ in einer klimasignifikanten Menge zu binden.

Allerdings sind die Wirkungsmechanismen der Biokohle im Boden wissenschaftlich noch nicht verstanden. Die Auswertung der bisher vorhandenen wissenschaftlichen Literatur zeigt überdies, dass eine positive Wirkung auf die Fruchtbarkeit von meist ohnehin nur mäßig fruchtbaren tropischen Böden nachgewiesen wurde, nicht jedoch auf die anderer Bodentypen. Auch hängt die Wirkung in hohem Maße vom genauen Herstellungsverfahren der Biokohle ab. Ungeklärt sind zudem Fragen im Zusammenhang mit einer möglichen Umweltbelastung der Böden durch Schadstoffe, die entweder in der Ausgangsbiomasse bereits enthalten waren oder während des Herstellungsprozesses entstanden sind. Schließlich ist es fraglich, ob angesichts der bereits bestehenden starken Nutzungskonkurrenzen zwischen der Nahrungsmittelproduktion, der stofflichen sowie zunehmend auch energetischen Verwertung überhaupt genügend Biomasse für die Biokohleherstellung zur Verfügung stehen würde.

KÜNSTLICHE BESCHLEUNIGUNG NATÜRLICHER VERWITTERUNGSPROZESSE

Zusätzlich zu den bisher diskutierten biologischen Verfahren kann CO₂ auch mithilfe chemischer Verfahren aus der Atmosphäre entfernt werden. In diesem Zusammenhang gibt es Vorschläge, sich natürlich stattfindende Verwitterungsprozesse zunutze zu machen, bei welchen CO₂ aus der Atmosphäre mit bestimmten Mineralien reagiert und in den Verwitterungsprodukten gebunden wird. Da diese Prozesse nur an der Gesteinsoberfläche stattfinden, verlaufen sie in der Natur nur sehr langsam. Um sie in einfacher Art und Weise

künstlich zu beschleunigen, wird vorgeschlagen, die Mineralien zu einem feinen Pulver zu zermahlen und großflächig zu verteilen.

Die Sichtung der wissenschaftlichen Literatur zeigt allerdings schnell, dass die bisher vorgebrachten Vorschläge noch sehr unausgereift und v. a. technisch kaum realisierbar sind. Das größte Problem besteht darin, dass aus chemischen Gründen die benötigte Menge an verwitterungsfähigem Gestein in derselben Größenordnung liegt wie die Menge an CO₂, die aus der Atmosphäre entfernt werden soll. Für einen klimarelevanten Beitrag müssten somit Milliarden von Tonnen Gestein bergbaulich gewonnen, gemahlen und großflächig ausgebracht werden. Auch sind mögliche Umweltauswirkungen des Verfahrens auf Ökosysteme bisher weitgehend ungeklärt. Da die basische Wirkung der Mineralien den pH-Wert im Boden und/oder in Gewässern deutlich erhöhen könnte, lassen sich weitreichende Folgen für die betroffene Tier- und Pflanzenwelt nicht ausschließen.

ABSCHEIDUNG VON CO₂ AUS DER LUFT

Eine attraktive Option bietet die direkte Abscheidung von CO₂ aus der Luft mit einer Verfahrenstechnik, die vergleichbar ist mit jener der CO₂-Abscheidung aus Rauchgasen von Kraftwerks- oder Industrieanlagen (CCS-Technik). Der Vorteil der CO₂-Abscheidung aus der Luft wäre, dass dies an jedem Ort und unabhängig von stationären großen CO₂-Quellen durchgeführt werden könnte. Prinzipiell ließen sich damit auch frühere CO₂-Emissionen wieder rückgängig machen. Abbildung 2 zeigt, wie Anlagen zur CO₂-Abscheidung aus der Luft aussehen könnten (Computerdarstellung).

Dieses Verfahren hat allerdings einen entscheidenden Nachteil. Da die CO₂-Konzentration in der Luft mit 0,04 % sehr gering ist – in Rauchgasen beträgt sie über 10 % –, muss eine enorme Menge Luft durch geeignete Abscheidungsanlagen transportiert werden, um CO₂ in einer nennenswerten Grö-

ABB. 2

KONZEPTDESIGN VON ANLAGEN ZUR CO₂-ABSCHEIDUNG AUS DER LUFT

Quelle: <http://inhabitat.com/files/artificialtrees3.jpg>

ßenordnung aus der Atmosphäre entfernen zu können. Dadurch erhöht sich nicht nur der technische, sondern insbesondere auch der energetische Aufwand. Aktuelle Anlagenkonzepte würden – falls mit fossilen Energiequellen betrieben – u. U. sogar mehr CO₂ produzieren, als damit abgeschieden werden könnte. Die Nutzung von CO₂-armen Energiequellen erscheint wenig sinnvoll, da diese auch an anderer Stelle und möglicherweise mit geringerem Aufwand zur Emissionsvermeidung beitragen könnten (z. B. Substitution von Kohlestrom durch Strom aus regenerativen Energieträgern).

Eine Technologie, die mit einem deutlich niedrigeren Energieeinsatz funktioniert, befindet sich derzeit in einer sehr frühen Erforschungsphase. Damit dieses Verfahren einen klimawirksamen Beitrag leisten könnte, müssten allerdings enorme Mengen an CO₂ aus der Atmosphäre abgeschieden und dauerhaft »entsorgt« werden. Wie dies geschehen könnte, ist derzeit noch eine offene Frage. Im Falle einer Verpressung in poröse Gesteinsschichten müssten nicht nur genügend geeignete geologische Formationen verfügbar und deren Sicherheit gewährleistet, sondern auch die lokale Akzeptanz v. a. in dicht besiedelten Regionen vorhanden sein.

STOFFLICHE NUTZUNG VON CO₂

CO₂, das bei der Abscheidung aus der Luft bzw. aus Rauchgasen anfällt, kann auch als eine wertvolle Ressource genutzt werden. Tatsächlich interessieren sich Forschung und Industrie seit längerem und in zunehmendem Maße für das Molekül CO₂, um auf dessen Basis höherwertige Produkte herzustellen. Die Synthese einer Reihe wichtiger organischer Grund- und Feinchemikalien beruht bereits auf CO₂ bzw. lässt sich alternativ zur herkömmlichen Synthese auch auf CO₂-Basis bewerkstelligen. Auch als Baustein zur Polymerherstellung ist CO₂ prinzipiell ge-

eignet. Eine weitere Möglichkeit der chemischen Nutzung ist die Herstellung von Kraftstoffen bzw. Energieträgern aus CO₂.

Vor diesem Hintergrund stellt sich natürlich die Frage, ob Strategien, die darauf abzielen, aus Luft oder Rauchgasen abgeschiedenes CO₂ in stoffliche Produkte zu fixieren, perspektivisch eine klimarelevante Bedeutung erlangen könnten. Wie eine eingehende Analyse des Themenfelds jedoch zeigt, sprechen aus heutiger Sicht drei Gründe gegen einen signifikanten positiven Klimaschutzbeitrag der stofflichen CO₂-Nutzung. Erstens benötigen chemische Reaktionen zur Umsetzung von CO₂ in neue Produkte einen sehr hohen Energieeinsatz, sodass eine positive CO₂-Gesamtbilanz bestenfalls unter Verwendung CO₂-armer Energieträger möglich ist. Zweitens fixieren viele chemische Produkte den gebundenen Kohlenstoff nur kurzfristig, da deren Lebensdauer meist sehr gering ist. Und drittens könnten selbst langlebige Produkte nur eine im Vergleich zu den globalen Emissionen vernachlässigbare Menge an CO₂ fixieren, da die Produktionsvolumen viel zu gering wären. Würde beispielsweise die weltweite Polymerproduktion auf Basis von CO₂ hergestellt, könnten lediglich 0,1 % der anthropogenen CO₂-Emissionen fixiert werden.

MÖGLICHKEITEN DES TREIBHAUSGASMANAGEMENTS IM BEREICH DER LANDNUTZUNG

Die Land- und Forstwirtschaft kennt zahlreiche Handlungsansätze, wie einerseits die Fähigkeit der Biosphäre zur CO₂-Bindung gestärkt, andererseits die Freisetzung von CO₂ aus der Biosphäre vermindert werden könnte. Aber nicht nur CO₂, sondern auch die wichtigen Treibhausgase (THG) Methan und Lachgas spielen im Landnut-

zungsbereich eine wichtige Rolle und wurden deshalb in die Untersuchung einbezogen.

Mögliche Handlungsansätze in der Land- und Forstwirtschaft zielen auf den Erhalt bzw. die Erhöhung des Kohlenstoffvorrats im jeweiligen Ökosystem sowie auf die Minimierung von THG-Emissionen in der Tierhaltung und im Pflanzenbau. Aus Klimaschutzperspektive sind grundsätzlich Landnutzungsänderungen zu vermeiden, die zu einem raschen Abbau der teilweise sehr hohen Kohlenstoffvorräte führen, die ungestörte Ökosysteme über sehr lange Zeiträume in der Vegetation und/oder im Boden aufgebaut haben (beispielsweise Trockenlegung von Mooren oder Waldrodung). Mit der Wiederherstellung des ursprünglichen Ökosystemzustands kann versucht werden, die Kohlenstoffvorräte der Biosphäre wieder aufzubauen.

Bei der Diskussion möglicher Handlungsansätze zur THG-Reduktion ist zu beachten, dass die Landwirtschaft vor einer ganzen Reihe großer Herausforderungen steht, wozu u. a. die Ernährungssicherung für die stetig wachsende Erdbevölkerung gehört. Deshalb sollten Maßnahmen gleichzeitig eine klimaschützende und produktionssteigernde Wirkung entfalten. Im Pflanzenbau ist dies u. U. möglich, da höhere Biomasseerträge auch mehr Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden. Auf Hohertragsstandorten, wo Produktionssteigerungen u. a. durch den Einsatz von mineralischem Stickstoffdünger erreicht werden, ist ein angepasstes Düngemanagement die Voraussetzung dafür, dass mit einer unsachgemäßen Stickstoffdüngung verbundene Lachgasemissionen nicht die Klimaschutzwirkung der Kohlenstoffbindung zunichte machen. Mit den Ansätzen der ökologischen Landwirtschaft sind Produktionssteigerungen und THG-Reduktionen insbesondere auf Böden mittlerer bis niedriger Produktivität

möglich. In der Viehhaltung, in welcher v. a. die Methanemissionen aus dem Verdauungsprozess der Tiere zu Buche schlagen, sind trotz intensiver Forschung noch keine Lösungen zur Eindämmung der Methanfreisetzung in Sicht.

POTENZIAL ZUR TREIBHAUSGAS-REDUKTION

Globale, aber auch nationale Abschätzungen zu THG-Reduktionspotenzialen in den Bereichen der Land- und Forstwirtschaft sind enorm komplex und weisen daher große Unsicherheiten auf. Auf globaler Ebene wird diesem Bereich ungeachtet der Schwierigkeiten hinsichtlich präziser Abschätzungen allerdings ein sehr hohes technisches bzw. ökonomisches Reduktionspotenzial eingeräumt, falls es zu einer großflächigen Verbreitung der beschriebenen Handlungsansätze käme.

Bei der Abschätzung der THG-Reduktionspotenziale auf nationaler Ebene muss beachtet werden, dass mit Produktionseinbußen oder Wettbewerbsnachteilen verbundene Maßnahmen im Land- oder Forstbereich ihr Ziel aufgrund von internationalen Verlagerungseffekten meist verfehlen – zumindest falls nicht gleichzeitig ähnlich rigide Klimaschutzpolitiken in anderen Ländern zur Anwendung gelangen bzw. die Nachfrage nach den betroffenen Produkten gedrosselt wird. Maßnahmen, die ohne gravierende Veränderungen der Produktionsleistung zu einer deutlichen THG-Reduktion beitragen, könnten hingegen auch in Deutschland eine hohe Klimaschutzwirkung entfalten. Dazu gehören die Renaturierung von Mooren, der Schutz von Dauergrünland, ein verbessertes Düngemanagement sowie verschiedene Maßnahmen im Forstbereich.

Das erschließbare Potenzial, d.h. der tatsächlich zu erwartende Beitrag,

könnte infolge einer Reihe von Umsetzungsbarrieren allerdings deutlich niedriger ausfallen als die unter technischen bzw. ökonomischen Gesichtspunkten ermittelten Potenziale. Insbesondere wissenschaftliche Unsicherheiten bezüglich der Klimawirkung von einzelnen Handlungsansätzen führen dazu, dass die Attraktivität zur Implementierung geeigneter Maßnahmen für land- und forstwirtschaftliche Betriebe sinkt. Zusätzlich sind diese Unsicherheiten sowie methodische Schwachstellen bei der Messung und Überwachung mögliche Ursachen dafür, dass die Land- und Forstwirtschaft im Vergleich zu anderen Sektoren bisher eine untergeordnete Rolle in den internationalen Klimaschutzanstrengungen spielen.

THEMENSCHWERPUNKTE FÜR DIE FORSCHUNG

Eine auf den Abbau dieser Umsetzungsbarrieren konzentrierte Forschung könnte einen Beitrag dazu leisten, die Attraktivität der Maßnahmen für Land- und Forstwirte zu erhöhen und damit ihre Diffusion fördern. Drei Forschungsschwerpunkte wurden im Rahmen dieses TA-Projekts identifiziert:

Erstens sollte das THG-Reduktionspotenzial der Handlungsansätze besser untersucht werden, da deren Klimaschutzwirkung aufgrund der hohen Komplexität des Forschungsfeldes oft noch umstritten ist. Häufig beschränken sich die Untersuchungen zudem auf Einzelmaßnahmen, ohne zu berücksichtigen, dass dadurch notwendige Anpassungen in den Produktionsabläufen an anderer Stelle zu höheren THG-Emissionen führen könnten. Notwendig erscheint daher die Entwicklung systematischer Handlungsansätze aus der gesamten Bandbreite an möglichen Einzelmaßnahmen unter Berücksichtigung der jeweiligen Wechselwirkungen.

Zweitens beeinträchtigen Mess- und Monitoringprobleme einerseits die Weiterentwicklung der Maßnahmen, andererseits verhindern sie eine einheitliche Anrechnung von Klimaschutzanstrengungen, die eine Grundvoraussetzung zur Schaffung von Anreizen für THG-Reduktionsmaßnahmen im Rahmen von Klimaschutzpolitiken ist. Hier ist die Entwicklung von standardisierten, einfachen und kostengünstigen Mess- und Monitoringverfahren erforderlich.

Fruchtbares Land muss einer ganzen Reihe an Anforderungen gerecht werden, sodass Maßnahmen, die auf eine THG-Reduktion zielen, einerseits häufig in Konflikt mit anderen Zielsetzungen bei der Landnutzung stehen, andererseits oft auch ein hohes Synergiepotenzial z. B. zu Zielen der Umwelt- oder Nachhaltigkeitspolitik aufweisen. Einen dritten Schwerpunkt für die Forschung bildet vor diesem Hintergrund die Entwicklung integrierter Ansätze unter Berücksichtigung möglicher Synergien und Zielkonflikte im Sinne ganzheitlicher Landnutzungs- und Entwicklungskonzepte. Von zentraler Bedeutung sind integrierte Lösungsstrategien insbesondere für die Einbeziehung von (Klein-)Bauern in Entwicklungsländern in die Klimaschutzanstrengungen. Hier gilt es in besonderem Maße, die Aspekte Ernährungssicherheit, Bekämpfung der Armut, Anpassung an den Klimawandel und den Schutz von Ressourcen mit den Zielen des Klimaschutzes in Einklang zu bringen.

KONTAKT

Dr. Claudio Caviezel
030 28491-116
caviezel@tab-beim-bundestag.de

DAS BRITISCHE PARLIAMENTARY OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (POST)

Die Debatte über die Notwendigkeit einer Einrichtung zur Wissenschafts- und Technologiefolgenabschätzung im britischen Parlament begann bereits in den frühen 1980er Jahren, wurde aber erst gegen Ende des Jahrzehnts konkret, nachdem eine parlamentarische Delegation das Office of Technology Assessment (OTA) des US-Kongresses besucht hatte. Angespornt von der Gründung vergleichbarer Einrichtungen in den Niederlanden und Frankreich sowie beim Europäischen Parlament wurde 1989 die Gründung des POST beschlossen.

INSTITUTIONALISIERUNG

Zunächst finanziert durch englische Gelehrtenesellschaften und wissenschaftliche Stiftungen wirkte POST in den ersten drei Jahren als gemeinnützige Stiftung außerhalb des Parlaments. Es bestand jedoch von Anfang an die Absicht, POST als parlamentsinternes Organ einzurichten, und so wurde 1992 von beiden Kammern des Parlaments beschlossen, die Finanzierung zu übernehmen und damit erstmalig eine von beiden Kammern getragene Einrichtung ins Leben zu rufen. Nach einer Untersuchung durch das Information Committee des Unterhauses und einer parlamentarischen Debatte ebendort fiel 2000 in beiden Kammern die Entscheidung, aus POST eine permanente Einrichtung des Parlaments zu machen.

ORGANISATION UND AUFGABEN

Alle Aktivitäten von POST werden durch den zuständigen parlamentarischen Ausschuss gesteuert, der sich aus zehn Mitgliedern des Unterhauses, vier des Oberhauses und – untypischerweise – vier nichtparlamentarischen Mitgliedern (führende Wissenschaftler und Ingenieure aus verschiedenen Gebieten von Wissenschaft und Technik) zusammensetzt.

Der permanente Mitarbeiterstab besteht aus sechs Wissenschafts- und Technikexperten, einem Direktor/Leiter und zwei Assistenten. Ergänzt wird er durch sogenannte POST-Fellows,

von denen regelmäßig etwa fünf bis sechs anwesend sind.

Da viele Leistungen wie Räumlichkeiten, IT-Dienste, Weiterbildung etc. zentral vom Parlament übernommen werden, gestaltet sich eine präzise Schätzung des jährlichen Gesamtbudgets schwierig. Die direkte jährliche Zuwendung liegt jedoch bei ca. 500.000 englischen Pfund (etwa 625.000 Euro).

THEMENFINDUNG

Arbeitsprojekte werden in vierteljährlichen Ausschusssitzungen festgelegt. Vorschläge erhält der Ausschuss von verschiedenen Seiten: Die Mehrzahl wird vom Mitarbeiterstab entwickelt, der in einem anhaltenden Dialog mit Parlamentariern, Ausschussmitgliedern und der wissenschaftlich-technischen Fachgemeinde aus Universitäten, Unternehmen und Nichtregierungsorganisationen steht. Themenvorschläge können aber auch von einzelnen Abgeordneten selbst kommen sowie aus den Ausschüssen der beiden Kammern. Schließlich hat POST in der Vergangenheit auch Vorschläge von externen Organisationen oder Einzelpersonen aus der Öffentlichkeit erhalten, oftmals vermittelt über ein Ausschussmitglied oder einen Abgeordneten.

ARBEITSWEISE UND -METHODEN

Alle Untersuchungen werden entweder von den ständigen Mitarbeitern oder von einem der POST-Fellows durch-

geführt. Diese Fellowships sind für POST charakteristisch und werden durch Stipendien von vielen wissenschaftlichen Stiftungen, Gelehrtenesellschaften, von den meisten Forschungsgemeinschaften und einzelnen Universitäten finanziert. In der Regel verbringen Fellows drei Monate bei POST, arbeiten an einer der bekannten »POSTnotes« oder assistieren bei der Ausschussarbeit. Seit seiner Gründung wurde so gut 100 Doktoranden oder Postdoktoranden die Mitarbeit bei POST ermöglicht.

Die Arbeit besteht schwerpunktmäßig aus Expertenanalysen seitens der Mitarbeiter, die durch den intensiven Dialog mit externen Experten und Organisationen des jeweiligen Themenbereichs inhaltlich erweitert und vertieft werden.

POST hat auf dem Feld der Methoden öffentlicher Partizipation Pionierarbeit geleistet. Es hat die ersten beiden nationalen »Konsensuskonferenzen« zu den Themen »Genetisch modifizierte Lebensmittel« und »Atommüllentsorgung« kofinanziert. Eine besondere Entwicklung war die erstmalige Einrichtung von Onlinekonsultationen im Parlament, die aus der Zusammenarbeit mit den Ausschüssen entstanden ist. Außerdem hat es Veranstaltungen zur Öffentlichkeitsbeteiligung im Wahlbezirk eines der Ausschussmitglieder organisiert.

2007 wurde vom Verwaltungsausschuss angeregt, dass POST seinen Fokus stärker auf längerfristige Themen und deren Bearbeitung richten sollte. Zwar ist dies schon immer auch ein Schwerpunkt der Arbeit von POST gewesen, der Vorstoß diente jedoch dazu, auch in Zusammenarbeit mit den Abteilungen für Technikvorausschau (»Horizon Scanning« und »Foresight«) für die Regierung die Orientierung auf eine längerfristige Themenvorausschau und -bearbeitung zu verstetigen.

THEMEN/PROJEKTE

POST teilt seine Arbeitsbereiche in sechs Hauptgruppen, die im Folgenden mit Beispielprojekten aufgelistet werden. Viele der bearbeiteten Interessengebiete fallen in mehrere Kategorien.

- › Biowissenschaften und Gesundheit: HIV – Entwicklungen in der Vorsorge und Behandlung; Stand der Stammzellforschung
- › Umwelt und Energie: Fähigkeit Großbritanniens im Umgang mit Dürren; Bioenergie
- › Naturwissenschaften, Technik und IT: IuK-Technologien für Menschen mit Behinderung; Open Source und Offene Standards
- › Wissenschaftspolitik: Unterricht in Naturwissenschaft, Technik und Mathematik für 14- bis 19-Jährige; Wissenschaft im neuen Parlament – Erstellung eines besonderen Briefings für Parlamentarier nach den landesweiten Wahlen im Mai 2010
- › Wissenschaft und Technik in der Entwicklungszusammenarbeit: Anpassungsmaßnahmen für Wasser in Afrika; Entwaldung

In die letzte Kategorie fällt auch ein von POST 2007 initiiertes Projekt zur Schaffung von wissenschaftlich-technischen Einrichtungen in den Parlamenten Afrikas – insbesondere in Uganda. Dieses Projekt wurde in Kooperation mit der Royal Society durchgeführt. Die Commonwealth Scholarship Commission hat darüber hinaus Stipendien gestiftet, um afrikanischen Parlamentarier einen dreimonatigen Aufenthalt im POST und beiden Häusern des Parlaments zu ermöglichen.

ZIELGRUPPEN

Hauptzielgruppen sind einzelne Abgeordnete und die Ausschüsse der beiden Kammern des Parlaments (beziehungsweise auch gemeinsame Ausschüsse).

POST interagiert umfänglich mit den Ministerien sowie wissenschaftlichen Institutionen in Großbritannien und im Ausland, wobei es stets seine parlamentarische Unabhängigkeit bewahrt. Teil seiner Funktion ist außerdem die Aufklärung über POST als parlamentarische Einrichtung.

Alle Publikationen stehen der Öffentlichkeit zur Verfügung und werden in erheblichem Umfang von Hochschulen und diversen Weiterbildungsstätten nachgefragt.

MITTEILUNGEN UND PUBLIKATIONEN

Publikationen werden mehrheitlich in Form der bekannten vierseitigen »POSTnotes« verfasst. Die Erfahrung hat gezeigt, dass dieses Kurzformat den viel beschäftigten Parlamentariern am meisten entgegenkommt. Hierbei wird viel Aufwand darauf verwendet, die Informationen innerhalb dieser Beschränkung zusammenzufassen und sie sowohl fachlich fundiert als auch für den Laien verständlich zu gestalten. Etliche TA-Einheiten anderer Parlamente haben ein ähnlich kurzes Format in ihre Publikationsreihen aufgenommen und sogar Übersetzungen einzelner »POSTnotes« in den jeweiligen Ländern herausgegeben.

Auch längere Berichte werden verfasst, der jüngste behandelte das Thema »Leben mit ökologischen Schranken«. Ein längeres, noch laufendes Projekt ist die Erstellung eines Überblicks über Entwicklungen in der Stammzellforschung in der vergangenen Dekade, die von einem Sonderausschuss des Oberhauses im Rahmen einer Evaluation der gesetzlichen Regulierung angestoßen wurde. Zeitgleich mit diesen längeren Berichten werden immer eine oder mehrere Zusammenfassungen im POSTnote-Stil erstellt, um die Schlüsselergebnisse allen zugänglich zu ma-

chen. Alle Berichte werden vor der Veröffentlichung externen Experten aus Ministerien, Universitäten, Unternehmen und NRO zur Qualitätskontrolle und Kommentierung vorgelegt – ein Hauptmerkmal des Veröffentlichungsprozesses bei POST.

Entweder bei Beginn, im Verlauf oder nach Abschluss einer Studie werden Veranstaltungen im Parlament zur Diskussion des Themenschwerpunkts durchgeführt. Diese werden von Konferenzen und Workshops begleitet. Aktuelle Themen wie die Zukunft von Nahrungsmitteln und Landwirtschaft sowie die Auswirkungen des Reaktorunfalls in Fukushima füllten einige der größten Sitzungsräume des Parlaments bis auf den letzten Platz.

In Zusammenarbeit mit externen Organisationen werden interaktive Ausstellungen und Präsentationen im Parlament durchgeführt, wie z. B. zur Zukunft der Energieforschung, zur Robotertechnik in der Zukunft und zur Polarforschung.

POST ist Gründungsmitglied des EPTA-Netzwerks und hat sich stets intensiv an dessen Aktivitäten beteiligt. Länder wie Chile, Japan, Norwegen und Schweden haben sich im Vorfeld der Einrichtung parlamentarischer TA-Einrichtungen an POST gewandt. POST hat auch eng mit der Abteilung für Wissenspolitik der UNESCO im Rahmen des Arbeitsprogramms »Forschung, Technologie und Parlamente« zusammengearbeitet.

NUTZUNG UND NUTZEN

Aufgrund der logistischen und administrativen Hindernisse bei der Befragung von Parlamentariern sowie auch der Tatsache, dass POST eine von vielen Organisationen ist, die Kommentare zu wissenschaftlichen Themen liefern, lässt sich seine tatsächli-

che Wirkung nur schwer einschätzen. Dennoch sind einige qualitative und quantitative Daten vorhanden, die nahelegen, dass POST eine hoch geschätzte Einrichtung ist. Derzeit sollen systematischere Wege entwickelt werden, um an solche Informationen zu gelangen und diese analysieren zu können.

Der POSTnote-Verteiler umfasst ca. 220 Abgeordnete des Unterhauses, 170 Mitglieder des Oberhauses, 10 Mitglieder des Europäischen Parlaments, 44 wissenschaftliche Mitarbeiter der Abgeordneten und 160 weitere Parlamentsmitarbeiter. Außerhalb des Verteilers werden die Notes in den parlamentarischen Bibliotheken nachgefragt.

Die POSTnotes werden besonders für ihre Überparteilichkeit geschätzt. In einer Umfrage von 2009 erklärte ein Abgeordneter: »So viel hängt von wissenschaftlicher Einschätzung und Informationen ab, über die in den Medien häufig nur aus ganz bestimmten Blickwinkeln berichtet wird. Das Entscheidende an POST ist seine Unabhängigkeit. Ich lese die Publikationen und halte sie für ausgezeichnet, vom Umfang her genau angemessen, objektiv und verständlich und es ist großartig, so etwas zu haben.« Aus derselben Umfrage ging hervor, dass mehr als 80 % der Abgeordneten (von 50 Befragten) im letzten Jahr mehr als einmal »POSTnotes« im Rahmen ihrer Arbeit genutzt haben.

Häufig werden die »POSTnotes« von den Untersuchungsausschüssen als Hintergrundinformation genutzt – z. B. wurde auf der Basis der »POSTnote« Nr. 368 über »Seltene Erden« eine Untersuchung über kritische Mineralressourcen durch den Untersuchungsausschuss für Forschung und Technik des Unterhauses angeregt. Darüber hinaus sind sie oft Bestandteil der sogenannten »debate packs«, die Abgeordneten zur Vorbereitung auf eine Debatte vorgelegt werden.

Eine hohe Downloadstatistik belegt eine große Verbreitung der »POSTnotes« auch außerhalb des Parlaments. POSTnotes machen ca. ein Drittel aller Downloads von der Internetseite des Parlaments aus, und mindestens eine von ihnen befindet sich jeden Monat unter den Top 5 der meistheruntergeladenen Dokumente. POST hat 1.200 Follower auf Twitter, Tendenz rapide steigend, obwohl nur eine Minderheit dem Parlament angehört. Der POST-Newsletter hat über 3.500 Abonnenten.

PERSPEKTIVEN

Es ist eher unwahrscheinlich, dass sich die permanente Mitarbeiterzahl in näherer Zukunft erhöht, die Anzahl der Stipendiaten hat dagegen dank neuer

Sponsoren und deren Kooperationsvorschlägen kontinuierlich zugenommen.

POST fokussiert sich derzeit darauf, seine Publikationen besser auf die Interessen der Abgeordneten abzustimmen, indem es die lokalen Charakteristika der jeweiligen Wahlkreise in Betracht zieht. Ein gutes Beispiel ist eine Veröffentlichung jüngeren Datums zu Bio- bzw. Faulgaserzeugung. Anhand einer Datenbank wurde eine Liste aller in Großbritannien vorhandenen oder geplanten Biogasanlagen (mehr als 60) erstellt. Durch den Vergleich mit der Liste der Wahlkreise konnten die Abgeordneten gezielt mit Informationen versorgt werden.

KONTAKT

POST – Parliamentary Office of
Science and Technology
House of Commons
7 Millbank
Westminster
London SW1P 3JA
Tel.: +44 20 7219 2840
Fax: +44 20 7219 2849
www.parliament.uk/post

DAS NIEDERLÄNDISCHE RATHENAU INSTITUUT

Das Rathenau Instituut ist eine unabhängige Organisation für Technikfolgenabschätzung und Wissenschaftspolitik. Per Ministerialdekret unterstützt es die öffentliche Debatte und politische Entscheidungsfindung in Fragen von Wissenschaft und Technik. Das Institut untersucht den gesellschaftlichen Einfluss von Wissenschaft und neuen Technologien sowie die Organisation und Entwicklung von Forschung und Innovation. Es veröffentlicht Berichte und Strategiepapiere und regt Debatten zu Problemen und Fragestellungen im Kontext von Wissenschaft und Technik an.

Zusätzlich bemüht sich das Rathenau Instituut um den Aufbau und die Intensivierung gegenseitigen Vertrauens zwischen Gesellschaft, Behörden, Wissenschaft und Technik und unterfüttert somit die demokratischen Prozesse. Auf Anfrage hin übernimmt es bei Konflikten und Kontroversen auch Mediationsaufgaben zwischen Parteien aus Gesellschaft, Wissenschaft und Regierung. Seine Aktivitäten unterstützen die nationale Wissenschafts- und Innovationspolitik.

INSTITUTIONALISIERUNG – DAS ORGANISATIONSMODELL

Das Institut wurde 1986 vom Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft gegründet und wird von der Königlichen Niederländischen Akademie für Kunst und Wissenschaft (KNAW) verwaltet. Seine Autonomie, auch die finanzielle, wurde bereits bei Gründung per Dekret festgelegt. Das Institut hat heute ca. 50 Beschäftigte und ein Jahresbudget von rund 5 Mio. Euro.

Die Mitglieder des Leitungsgremiums des Instituts werden vom zuständigen Minister nach Konsultation mit dem KNAW und dem wissenschaftlichen Rat für Regierungspolitik (WRR) ernannt. Die Organisationsstruktur besteht aus dem Direktor und dem Leitungsgremium, einem Programmbeirat und einem interdisziplinären Team von Wissenschaftlern sowie Spezialisten für Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit. Das Team setzt sich aus Wissenschaftlern unterschiedlicher Fachrich-

tungen zusammen: Physiker, Biologen, Statistiker, Informatiker und Ingenieure ebenso wie Philosophen, Sozial-, Politik- und Wirtschaftswissenschaftler. Das gemeinsame Ziel besteht darin, ein klares Bild gesellschaftlicher und politischer Debatte zu entwickeln und diese so umfassend wie möglich zu fördern und anzuregen.

AUFGABEN

Das Rathenau Instituut hat zwei Hauptaufgaben:

- Erbringen von Beiträgen zu öffentlichen Debatten und Prozessen politischer Meinungsbildung bezüglich wissenschaftlicher und technischer Entwicklungen einschließlich ihrer ethischen, sozialen, kulturellen und rechtlichen Aspekte. In besonderem Maße richtet sich diese Arbeit dabei an beide Kammern des Parlaments, das Europäische Parlament und an Akteure aus Wissenschaft und Forschung.
- Eruierung von Erkenntnissen über die Funktionsweise des Wissenschaftssystems mithilfe geeigneter Analysen und Methoden und einer entsprechenden Aufbereitung für die Politik. Die Untersuchung der Wissenspolitik richtet sich direkt an Regierung, Parlament und Wissenschaftsorganisationen.

THEMENFINDUNG

Wissenschaftliche, gesellschaftliche und politische Entwicklungen sowie Trends steuern die Aktivitäten des Ra-

thenau Instituts. Aus diesem Grund steht am Anfang des jeweils zweijährigen Arbeitsprogramms stets ein kurzer Abriss über diejenigen Entwicklungen, die die Arbeit bestimmen sollen. Für diesen Abriss wird eine reguläre Konsultation mit dem Programmbeirat abgehalten, einem Beratungsgremium, dessen Mitglieder in Universität, Unternehmen, Politik und Journalismus angesiedelt sind. Das Leitungsgremium wählt daraufhin anhand der folgenden drei Kriterien die Projektthemen aus:

1. Die Themen behandeln neue Technologien und/oder wissenschaftliche Entwicklungen. Das kann die Entstehung neuer Forschungs- und Technologiefelder oder neue Trends innerhalb des Wissenschaftssystems insgesamt umfassen.
2. Die Themen sind bereits oder werden perspektivisch politisch, gesellschaftlich oder für das Verwaltungshandeln relevant; z. B. weil viele Bürger direkt oder indirekt von den Konsequenzen einer bestimmten Technologie betroffen sind, oder weil eine wissenschaftliche Neuerung die Art beeinflusst, wie mit sozialen Fragen umgegangen wird.
3. Die Themen sind oder werden zukünftig Gegenstand von Diskussion oder politischer Meinungsbildung sein. Mit anderen Worten: Sie sind gesellschaftlich, administrativ oder politisch noch nicht geeignet, in der breiten Öffentlichkeit behandelt zu werden.

Das Arbeitsprogramm lässt Raum für aktuelle Geschehnisse bzw. bereits untersuchte Themen, denen in der aktuellen Debatte erneut Aufmerksamkeit gewidmet wird. Manche Entwicklungen in Gesellschaft und Politik verlangen eine beschleunigte oder speziell auf sie abgestimmte Untersuchung. Für die Erstellung des endgültigen Arbeitsprogramms wird das Parlament um seine Einschätzung gebeten. Das Arbeitsprogramm wird vom Minister für Bildung

und Wissenschaft begutachtet und anschließend beiden Kammern des Parlaments zugeleitet.

ARBEITS- UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Im direkten Kontakt mit beiden Kammern des niederländischen sowie des Europäischen Parlaments unterstützt das Rathenau Instituut den Prozess der politischen Meinungsbildung. Seine Mitarbeiter werden bei offiziellen Anhörungen, Expertenmeetings oder zu Hintergrundgesprächen als Experten hinzugebeten. Alle Berichte und Publikationen sollen so ausgerichtet und verfasst sein, dass sie für Entscheidungsträger auf allen Ebenen möglichst relevant und zugleich verständlich sind.

Bei regelmäßigen Treffen mit politischen Entscheidungsträgern stellen die Wissenschaftler des Rathenau Instituuts ihre Forschungsergebnisse vor und versuchen so, diesen Themen einen angemessenen Stellenwert auf der politischen Agenda zu verleihen. Zusätzlich beteiligt sich das Institut aktiv an der öffentlichen und wissenschaftlichen Debatte durch Auftritte in den landesweiten Medien und durch schriftliche Beiträge im Rahmen von wissenschaftlichen Festivals und Konferenzen. Zur Information der breiten Öffentlichkeit, von NRO und Verbänden sowie anderen Stakeholdergruppen dient vor allem der Newsletter, aber auch die digitalen, insbesondere die sogenannten neuen sozialen Medien.

Eine gute Methodik ist für die Qualität der Arbeit des Rathenau Instituuts grundlegend. Sämtliche Aktivitäten basieren auf einer großen Auswahl an analytischen und kommunikativen Methoden. Beispielhaft seien hier genannt: Fokusgruppen, Bürgerforen, statistische und Datenbankenanalysen, Umfragen, Interviews, Visualisierungen, Debatten und Präsentationen. Die jeweiligen Me-

thoden werden für jedes Projekt gesondert und nach bester Eignung ausgewählt. Falls erforderlich, werden auch gezielt neue Methoden entwickelt (in der Hoffnung auf ihre Verwertbarkeit für zukünftige Projekte).

Um wissenschaftliche Dynamiken und internationale Vergleiche in den Fokus zu rücken, wurden Kompetenzen im Bereich der »Scientometrie« ausgebildet. Soziale Netzwerke werden analysiert, um wissenschaftliche und technische Netzwerke zu kartieren, und es wird auf spezifische Module zurückgegriffen, die sich Methoden und Verfahren zunutze machen, die auch in der Horizon-Scanning- und Foresight-Forschung genutzt werden. Zusätzlich wird großes Augenmerk auf die Visualisierung von Informationen mithilfe von Grafiken, Diagrammen und Fotos gelegt.

THEMEN

Das Arbeitsprogramm von 2011 bis 2012 beinhaltet verschiedene Haupt- und Unterthemen. Hier einige Beispiele:

- > Der Wert der Wissenschaft: Wie kann Forschung organisiert und gesteuert werden, um ihren Beitrag zu Gesellschaft, Wirtschaft und Politik zu verbessern?
- > Krankheit und Gesundheit: Genetische Leistungssteigerung; der menschliche Körper als Ware; medizinische Geräte für den Hausgebrauch
- > Klima und Energie: Wie soll unser Durst nach Energie gestillt werden? Energie im Jahre 2030; Biobasierte Wirtschaft; Geoengineering
- > Die Informationsgesellschaft: Von Technik umgeben: Das Internet, das Smartphone und bald ... der eigene ärztliche Versorgungsroboter
- > Schlüsseltechnologien: Neue Forschungsrichtungen und Technologien werfen Fragen bezüglich der Wissensorganisation, der Regulie-

rung von Innovationen und gesellschaftlicher Ethik auf, z.B. Nanotechnologie; Synthetische Biologie

- > Städte, Natur und Agrarwirtschaft: Artgerechte Tierhaltung in der Produktion; Klonen; Biotechnologie.
- > Die Infrastruktur des Wissens: Wie ist das niederländische Wissenschaftssystem organisiert, wie funktionieren Universitäten und Forschungsprogramme?
- > Forschungsexzellenz: Wie ist Forschung in Forschungsgesellschaften/-organisationen organisiert? Forschungsgruppen; akademische Karrieren

ZIELGRUPPEN

Zielgruppen sind beide Kammern des Parlaments, die Regierung, Abgeordnete, politische und andere öffentliche Einrichtungen und Entscheidungsträger, Forschungs- und Technikorganisationen sowie das Europäische Parlament. Zur Stärkung der öffentlichen Debatten wendet sich das Rathenau Instituut über die Medien an die breite Öffentlichkeit und an themenbezogene Interessengruppen, NRO und andere interessierte Gruppen.

PUBLIKATIONEN UND KOMMUNIKATION

Publikationen erscheinen in Form von Berichten, Hintergrundstudien und kurzen Überblickspapieren und dienen der verlässlichen, themenbezogenen und aktuellen Information von Politikern und politischen Entscheidungsträgern. Für einen knappen Überblick werden Expertenmeinungen zu einem Thema in einer Essaysammlung zusammengestellt. Die zweiseitigen »Research Briefs« hingegen beinhalten maßgeschneiderte Analysen und Handlungsempfehlungen. Das Institut bedient sich zudem verschiedener interaktiver Kommunikationsmittel, um seine Ergebnisse zu verbreiten (z. B. Expertenmeetings, öffentliche Debatten,

Talkshows, Forumdiskussionen) und die Interaktion zwischen Öffentlichkeit und Politik zu fördern. Dahinter steht das Bestreben, eine Plattform des offenen Austauschs von Gedanken, Visionen, Bildern und Standpunkten aller Beteiligten zu schaffen.

In vielen Fällen sind die Medien maßgeblich daran beteiligt, ein bestimmtes Thema auf die Agenda zu setzen. Mediale Präsenz und ein gutes Verhältnis zur Presse haben daher eine hohe Priorität. Stellungnahmen des Rathenau Instituts erscheinen regelmäßig in den nationalen Tageszeitungen und die Mitarbeiter werden häufig interviewt, um sich zu aktuellen Entwicklungen zu äußern. Neben Medien und Presse werden auch die eigenen Publikationskanäle genutzt, etwa die Internetseite und Blogs, ein monatlich erscheinender digitaler Newsletter und soziale Medien wie Facebook und Twitter. Zweimal im Jahr erscheint das Magazin »Flux« mit Neuigkeiten und Hintergrundinformationen zu Themen aus Wissenschaft, Technik und Gesellschaft.

Auch mit anderen kreativen Darstellungs- und Ausdrucksformen wird experimentiert, z. B. mit Fernsehdokumentationen, Theaterstücken, interaktiven Ausstellungen bzw. Installationen, interaktiven Büchern, Internet- oder auch Smartphonespielen.

WIRKUNG

Die Studien und Briefings des Rathenau Instituts bestimmen häufig die Agenda von Politik und Medien. Die Mehrzahl der Projekte findet Erwähnung in parlamentarischen Dokumenten, Medien sowie auf Internetseiten von Stakeholdern. Die Experten werden oft von nationalen Zeitungen, Nachrichtenportalen und dem Fernsehen hinzugezogen, um zu Debatten, Ausschusssitzungen, Anhörungen oder Expertentreffen beizutragen bzw. diese zu

organisieren. Die Anzahl der Leser und Follower von Newsletter sowie Facebook- und Twitterpräsenzen steigt stetig, und die Internetseite kann monatlich ca. 10.000 Besucher verzeichnen. Eine unlängst durchgeführte Studie ergab, dass die Leser des Magazins »Flux« besonders Qualität, Tiefe und Design der Zeitschrift schätzen.

Viele der Projekte hatten einen deutlichen Einfluss auf Politik und Gesellschaft, als aktuelle Beispiele seien hier die Projekte »Entstehende Körpermaterialmärkte« und »Auswirkungen von Forschungsprioritäten« genannt. Letzteres wurde von den nationalen Medien aufgegriffen und wiederholt zum Thema in Talkshows. Es löste eine Debatte sowohl in Tages- als auch wissenschaftlichen Zeitschriften aus, infolgedessen ein parlamentarisches Gremium eingerichtet wurde. Die Dokumentation »Baby for Sale« – ein Unterthema des Berichts – bewirkte, dass das Kabinett einen offiziellen Standpunkt zu dieser Thematik entwickelte. Derzeit bearbeitet die Regierung die Gesetzes- und Regulierungsfragen, die in der Studie aufgeworfen wurden, und hat hierzu Wissenschaftler des Instituts um Unterstützung gebeten. Ein anderes Beispiel ist das Projekt »Effekte von Forschungsprioritäten«, das die Folgen von Investitionen in prioritäre Forschungsbereiche wie z. B. Nanotechnologie, Genomanalyse, Wasser und Hightechsysteme untersucht. Das Ergebnis der Studie war, dass die Investitionen in diesen Bereichen weder eine Besserstellung der Niederlande im internationalen Vergleich bewirkt hatten, noch ein Wachstum in diesen Feldern zu verzeichnen war. Dieses Ergebnis wurde innerhalb der Forschungscommunity heftig diskutiert.

PERSPEKTIVEN

In den kommenden Jahren will sich das Rathenau Instituut weiterhin bzw. noch stärker als anerkannte nationa-

le Autorität etablieren, die objektive und verlässliche Informationen zu gesellschaftlich relevanten wissenschaftlichen und technischen Trends erarbeitet. Ferner will sich das Institut als vertrauenswürdiger Wissenspartner in Fragen zu Innovation sowie industrieller Forschung und Entwicklung Geltung verschaffen und seine Rolle als unabhängiger Partner des Parlamentes bei der Entwicklung stichhaltiger Strategien zur Stärkung der nationalen Wissenspolitik weiter ausweiten. Es ist vorgesehen, zweimal jährlich eine Agenda für die Risiko- und Störfallforschung für die politische Strategieentwicklung und eine Forschungsagenda für Wissenschafts-, Innovations- und Technologiepolitik zu entwickeln.

Da Wissenschafts- und Technologiepolitik eine immer stärkere europäische und internationale Dimension annehmen, deren grenzüberschreitende Folgen sich auch auf die nationale Politik auswirken, sollen diese Aspekte intensiver untersucht und das internationale Netzwerk von Parallel- und assoziierten Organisationen weiter gefestigt werden.

Der Beitrag des Rathenau Instituts zur politischen Meinungsbildung und gesellschaftlichen Debatten soll durch seine Rolle als Vermittler in Konflikten und Kontroversen zwischen Parteien in Gesellschaft, Wissenschaft und Verwaltung ergänzt werden. In den Fokus rückt auch das Einbeziehen neuer Zielgruppen, z. B. junger oder niedrig qualifizierter Menschen, deren Alltag von Wissenschaft und Technik geprägt ist, die aber bisher keine große Rolle in der Debatte spielten.

KONTAKT

Rathenau Instituut
Postbus 95366
2509 CJ Den Haag
Tel.: +31 70 34 21 5 42
Fax: +31 70 36 33 4 88
www.rathenau.org

NEUE VERÖFFENTLICHUNGEN

REGENERATIVE ENERGIETRÄGER

R. Grünwald, M. Ragwitz, F. Sensfuß,
J. Winkler

Erscheinungstermin: Oktober 2012

Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung Deutschlands steigt in den letzten Jahren mit beeindruckender Geschwindigkeit: er beträgt bereits über 20 %, davon etwa die Hälfte aus fluktuierenden Quellen – vor allem Windkraft und Photovoltaik. Langfristig (bis 2050) wird die Zielsetzung einer nahezu Vollversorgung mit erneuerbaren Energien verfolgt. Damit wird deutlich, dass das System der Stromversorgung in den nächsten Jahrzehnten einem Umbruch historischen Ausmaßes unterliegen wird.

Der TAB-Bericht geht der Frage nach, wie unter diesen Bedingungen die Grundlast in der Stromversorgung weiterhin gesichert werden kann. Diese Frage kann nur in einer Systemperspektive angegangen werden, die alle Ebenen umfasst: von der Erzeugung über den Transport und die Verteilung bis hin zum Verbrauch von Elektrizität. Daher erweitert sich die Fragestel-

lung dahingehend, wie eine gesicherte Versorgung insgesamt organisiert werden kann.

Es zeigt sich, dass das Stromsystem wesentlich flexibler als bisher auf unterschiedliche Einspeise- und Nachfragesituationen reagieren können muss. Optionen zur Steigerung der Flexibilität existieren in vielen Bereichen:

- > Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Netze
- > Flexibilisierung des konventionellen Kraftwerksparks und dessen Betriebsweise
- > stärkere Orientierung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien an der Nachfrage
- > Lastmanagement, sowie nicht zuletzt
- > Errichtung von zusätzlichen Speichern

In allen diesen Handlungsfeldern werden im TAB-Bericht Handlungsoptionen identifiziert, wie die öffentliche Hand bzw. die energiepolitischen Akteure in Exekutive und Legislative durch Gestaltung von Rahmenbedin-



gungen dazu beitragen können, dass der anstehende Umbau der Stromversorgung gelingen kann.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 147 (Erscheinungstermin: Oktober 2012) kann beim TAB-Sekretariat angefordert werden. Er wird auch unter www.tab-beim-bundestag.de abrufbar sein.



TÄTIGKEITSBERICHT 2011

Der Tätigkeitsbericht 2011 des TAB ist erschienen. Er enthält eine Darlegung von Zielen, Inhalten, Zwischenständen und Ergebnissen der im Berichtszeitraum laufenden oder abgeschlossenen Projekte. Darüber hinaus werden Informationen zu den Aufgaben, zur Organisation, zu europäischen Kooperationen und zu den Publikationen des TAB geboten.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 148 kann beim TAB-Sekretariat angefordert werden. Er ist auch unter www.tab-beim-bundestag.de abrufbar.

WISSEN FÜR DAS PARLAMENT

A. Grunwald, C. Revermann,
A. Sauter (Hg.)

Technikfolgenabschätzung (TA) in Gestalt einer institutionalisierten Beratungseinrichtung für den Deutschen Bundestag blickt mittlerweile auf eine über 20-jährige Tradition zurück. In diesem Zeitraum haben sich die Rahmenbedingungen und Determinanten wissenschaftlicher Politikberatung sichtbar gewandelt. Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) stand – und steht – vor der Herausforderung, diesen Wandel zu reflektieren und darauf zu reagieren, indem es die komplexer werdenden Mechanismen der Meinungsbildung und Entscheidungsfindung konzeptionell aufgreift und den Veränderungen der

demokratischen Entscheidungsprozesse in Gesellschaft und Politik Rechnung trägt. Dieser – im August 2012 im Verlag edition sigma erschienene – Band widerspiegelt die Möglichkeiten, aber auch die Schwierigkeiten der TA als Politikberatung durch Aufsätze maßgeblicher Mitgestalter der TA-Landschaft. Dabei kommen Autoren aus dem TAB und von außerhalb zu Wort, geboten werden zudem historische Perspektiven und aktuelle Analysen. Die Entstehung des Buchs geht auf zwei Anlässe zurück: den 20. Geburtstag des TAB und das Ausscheiden Thomas Petermanns, der seit Gründung des TAB dessen stellvertretender Leiter war und Ende 2011 in den Ruhestand verabschiedet wurde.

2012 186 Seiten
ISBN 978-3-8360-3587-3 Euro 17,90



Die Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung

verlegt bei edition sigma



Arnold Sauter,
Katrin Gerlinger
**Der pharmakologisch
verbesserte Mensch**
Leistungssteigernde Mittel als
gesellschaftliche Herausforderung

Seit einiger Zeit wird diskutiert, ob die gezielte »Verbesserung« menschlicher Fähigkeiten durch pharmakologische Substanzen – meist unter dem Begriff »Enhancement« gefasst – eine wünschenswerte Aufgabe der modernen Biowissenschaften ist. Zugleich sind Veränderungen der Arzneimittelnachfrage und -nutzung (Lifestylemedikamente) sowie der lauter werdende Ruf nach einer »wunscherfüllenden Medizin« zu registrieren. Dieses Buch bietet die bislang umfassendste Darstellung zum Stand der Möglichkeiten, mentale Leistungen pharmakologisch zu beeinflussen, sowie zur arznei-, lebensmittel- und gesundheitsrechtlichen Regulierung

entsprechender Substanzen. Orientiert an einer systematischen Auswertung sozialwissenschaftlicher Erkenntnisse zur Dopingproblematik im Leistungs- und Breitensport beschreiben die Autoren mögliche zukünftige Dynamiken der Medikamentennutzung in Beruf und Alltag. Sie betrachten den »pharmakologisch verbesserten Menschen« nicht als unaufhaltsame Zukunftsvision, sondern diskutieren mögliche Konsequenzen einer weiteren Medikalisation der Gesellschaft für das Gesundheitssystem sowie Auswirkungen auf die individuellen Kompetenzen zur Problembewältigung in Alltags- und Arbeitssituationen.

neu 2012 310 Seiten, kartoniert
ISBN 978-3-8360-8134-4 Euro 27,90

Thomas Petermann, Harald Bradke,
Arne Lüllmann, Maik Poetzsch,
Ulrich Riehm

**Was bei einem Blackout
geschieht**
Folgen eines langandauernden
und großräumigen Stromausfalls

Stromausfälle in Europa und Nordamerika haben in den letzten Jahren einen nachhaltigen Eindruck von der Verletzbarkeit moderner und hochtechnisierter Gesellschaften vermittelt. Obwohl die Stromversorgung allenfalls eine Woche und lokal begrenzt unterbrochen war, zeigten sich bereits massive Funktions- und Versorgungsstörungen, Gefährdungen der öffentlichen Ordnung sowie Schäden in Milliardenhöhe. Welche Folgen ein langandauernder und großflächiger Stromausfall auf die Gesellschaft und ihre Kritischen Infrastrukturen haben könnte und wie Deutschland auf eine solche Großschadenslage vorbereitet ist, wird in diesem Buch aufgezeigt. Mittels

umfassender Folgenanalysen führen die Autoren drastisch vor Augen, dass bereits nach wenigen Tagen im betroffenen Gebiet die bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit (lebens)notwendigen Gütern und Dienstleistungen nicht mehr sicherzustellen ist. Auch wird deutlich gemacht, dass erhebliche Anstrengungen erforderlich sind, um die Durchhaltefähigkeit Kritischer Infrastrukturen zu erhöhen sowie die Kapazitäten des nationalen Systems des Katastrophenmanagements weiter zu optimieren.

neu 2011 260 Seiten, kartoniert
ISBN 978-3-8360-8133-7 Euro 24,90





Christoph Revermann,
Bärbel Hüsing
Fortpflanzungsmedizin
Rahmenbedingungen, wissen-
schaftlich-technische Fortschritte
und Folgen

Die Fortpflanzungsmedizin stellt medi-
zinisch-technische Optionen bei unerfüll-
tem Kinderwunsch bereit. Dazu zählen
alle Behandlungen und Verfahren, die
den Umgang mit menschlichen Eizellen,
Spermien oder Embryonen mit dem Ziel
umfassen, eine Schwangerschaft und die
Geburt eines Kindes herbeizuführen.
Dieses Buch skizziert Art, Häufigkeiten
und Ursachen von Fruchtbarkeitsstörun-
gen. Die Autoren beschreiben alle ak-
tuellen Lösungsansätze, die durch die
Reproduktionsmedizin zur Herbeiführung
einer Schwangerschaft und der Geburt
eines Kindes bereitgestellt werden. Sie
thematizieren ausführlich, welche ge-
sundheitlichen Folgen und Risiken sowie

psychischen Belastungen mit reprodu-
ktionsmedizinischen Behandlungen asso-
ziiert sind und inwieweit sie verringert
bzw. vermieden werden können. Erstmals
werden die Wirksamkeit und die Erfolgs-
raten der Verfahren in der klinischen Pra-
xis in Deutschland, in Europa sowie in
weiteren Ländern vergleichend analysiert.
Die Erörterung einer möglichen Weiter-
entwicklung des gesetzlichen Rahmens in
Deutschland sowie ein Ausblick auf
Handlungsoptionen für die deutsche Poli-
tik und auf notwendigen gesellschaftli-
chen Klärungsbedarf runden den Band ab.

neu 2011 278 Seiten, kartoniert
ISBN 978-3-8360-8132-0 Euro 24,90

Zuletzt sind in dieser Reihe ebenfalls erschienen:

C. Revermann, K. Gerlinger
**Technologien im Kontext von
Behinderung**
Bausteine für Teilhabe in Alltag und Beruf
2010 286 Seiten, kartoniert
ISBN 978-3-8360-8130-6 Euro 24,90

M. Friedewald et al.
Ubiquitäres Computing
Das »Internet der Dinge« – Grundlagen,
Anwendungen, Folgen
2010 300 Seiten, kartoniert
ISBN 978-3-8360-8131-3 Euro 27,90

K. Gerlinger, T. Petermann, A. Sauter
Gendoping
Wissenschaftliche Grundlagen –
Einfallstore – Kontrolle
2008 158 Seiten, kartoniert
ISBN 978-3-8360-8128-3 Euro 18,90

Bestellung

Ich bestelle aus der Reihe »Studien des
Büros für Technikfolgen-Abschätzung
beim Deutschen Bundestag«

Anzahl	Kurztitel oder ISBN	Ladenpreis

Name, Anschrift:

Datum, Unterschrift:

Senden Sie mir bitte unverbindlich schrift-
liche Informationen zum Verlagsprogramm.

edition
sigma

Leuschnerdamm 13
D-10999 Berlin
Tel. (030) 623 23 63
Fax (030) 623 93 93
verlag@edition-sigma.de

Der Verlag informiert Sie gern über
die weiteren lieferbaren Titel der
TAB-Schriftenreihe und über sein
umfangreiches sozialwissenschaft-
liches Programm – natürlich
kostenlos und unverbindlich.
Ständig aktuelle Programm-
informationen auch im Internet:
www.edition-sigma.de





IMPRESSUM

REDAKTION

Dr. Christoph Kehl
Dr. Christoph Revermann
unter Mitarbeit von
Brigitta-Ulrike Goelsdorf

SATZ UND LAYOUT

Brigitta-Ulrike Goelsdorf
Johanna Kniehase

DRUCK

Wienands PrintMedien GmbH,
Bad Honnef

Den TAB-Brief können Sie kostenlos per E-Mail oder Fax beim Sekretariat des TAB anfordern oder abonnieren. Er ist auch als PDF-Datei unter www.tab-beim-bundestag.de verfügbar.

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.

TAB-BRIEF (PRINT)
TAB-BRIEF (INTERNET)

ISSN 2193-7435
ISSN 2193-7443

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des technischen und gesellschaftlichen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Das TAB arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrags zwischen dem KIT und dem Deutschen Bundestag und kooperiert zur Erfüllung seiner Aufgaben seit 2003 mit dem FhG-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.

Leiter
stellvertretende Leiter

Prof. Dr. Armin Grunwald
Dr. Christoph Revermann
Dr. Arnold Sauter



BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Neue Schönhauser Str. 10
10178 Berlin

Fon +49 30 28491-0
Fax +49 30 28491-119

buero@tab-beim-bundestag.de
www.tab-beim-bundestag.de