



Transformationsforschung NRW

Wege in ein nachhaltiges Energieversorgungssystem

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Nordrhein-Westfalen herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern und -werberinnen oder Wahlhelfern und -helferinnen während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt auch für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie auch für die Wahl der Mitglieder des Europäischen Parlaments. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbe-

mittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Eine Verwendung dieser Druckschrift durch Parteien oder sie unterstützende Organisationen ausschließlich zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder bleibt davon unberührt. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin oder dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Inhalt

Vorwort	5
Der Cluster EnergieForschung.NRW als Treiber eines nachhaltigen Energiesystems	6
Warum die Energiewende auch eine Wissenschaftswende braucht	8
Herausforderungen aus globaler und nationaler Sicht	
Die Dekarbonisierung des globalen Energiesystems als Kernstück des Klimaschutzes	10
Herausforderung der Transformation des Energieversorgungssystems aus nationaler Sicht – Phasen der deutschen Energiesystemtransformation	12
Sozio-ökonomische Aspekte	
Stand und Perspektiven der Umsetzung der Energiewende	14
Anforderungen an die Transformation des Energiesystems aus ökonomischer Sicht	16
Vermeidung von Rebound als zentrale Herausforderung	18
Sozio-kulturelle Aspekte	
Gesellschaftsverträgliche Transformation des Energieversorgungssystems und Promotoren der Energiewende – von Pionieren zur breiten Implementierungskultur	20
Soziale Innovationen als Baustein der Energiewende	22
Politische Partizipation und Verantwortungsteilhabe an der Energiewende: Ein soziales Ereignis	24
Systemische Ansätze	
NRW – Innovation und Transformation	26
Systemansätze im Bereich der Industrie	28
Institutionelle Innovationen – Das Virtuelle Institut „Transformation – Energiewende NRW“	30

Liebe Leserin, lieber Leser,

mit der Energiewende in Deutschland wird ein Paradigmenwechsel bei der Energieversorgung eingeleitet: Es gilt, das heutige Energiesystem umzubauen, hin zu einem klimaverträglichen, effizienten und weitgehend auf erneuerbaren Energien basierendem Energiesystem. Damit dies gelingen kann, braucht es kreative Lösungen aus Wissenschaft und Forschung. Mit dieser Broschüre erhalten Sie einen Eindruck davon, welchen Beitrag das innovative Energieforschungsland Nordrhein-Westfalen zu den unterschiedlichen Aspekten des Transformationsprozesses und somit zur Umsetzung der Energiewende leistet.

Mit dem Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem stellt sich auch die Frage nach einer gesellschaftsverträglichen Ausgestaltung und Umsetzung. Die jüngsten Debatten und Entwicklungen mit Bezug auf die zukünftige Ausrichtung der Energieversorgung zeigen, dass gesellschaftliche Aspekte für die Umsetzung von großer Bedeutung sind. Die Ziele der Energiewende sind nicht allein mit technischen Innovationen zu erreichen. Der Erfolg der Umsetzung neuer Technologien im Energiebereich wird maßgeblich davon abhängen, ob und in welchem Umfang es gelingt, technologische mit wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen zu verknüpfen. Während in der Vergangenheit technologische Innovationen die Basis für Wachstum und Wohlstand waren, werden in Zukunft mit dem Übergang von der Industrie- zur Wissens- und Dienstleistungsgesellschaft verstärkt soziale Innovationen die Grundlage für ein zukunftsfähiges Wohlstandsmodell in nachhaltigen Gesellschaften sein.

Zur aktiven Gestaltung des Transformationsprozess haben wir bereits 2013 unsere Fortschrittsstrategie „Fortschritt NRW – Forschung und Innovation für nachhaltige Entwicklung 2013-2020“ vorgelegt. Ausgangspunkt ist die Frage, wie Wissenschaft und Forschung effektiv zum Fortschritt, zu einer Verbesserung von Wohlstand und Wohlergehen der Menschen unter Erhaltung der ökologischen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen



Lebensgrundlagen beitragen können. Ziel der Strategie ist es, die herausragenden Potenziale des Forschungs- sowie des Industriestandortes Nordrhein-Westfalen zu aktivieren und Lösungsbeiträge zur Überwindung der globalen Herausforderungen inkl. der nationalen wie internationale Energiewende beizusteuern. Damit zeigen wir Verantwortung für ein starkes Nordrhein-Westfalen und für zukünftige Generationen.

Neben den politischen Maßnahmen kommt der inter- und transdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft eine Schlüsselrolle bei der Transformation unseres Energieversorgungssystems zu. Wie dies gelingen kann, zeigt zum Beispiel das Virtuelle Institut „Transformation – Energiewende NRW“, das in dieser Broschüre vorgestellt wird. Letztendlich muss jeder Akteur seinen spezifischen Beitrag leisten. Die Energiewende erfordert ein Umdenken in allen Gesellschafts- und Wirtschaftsbereichen und stellt Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft vor große Herausforderungen. Dies gilt insbesondere für Nordrhein-Westfalen als starkem Industriestandort und Energieland Nr. 1 in Deutschland.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

A handwritten signature in black ink that reads "Svenja Schulze". The signature is fluid and cursive.

Svenja Schulze
Ministerin für Innovation, Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen

Der Cluster EnergieForschung.NRW als Treiber eines nachhaltigen Energiesystems

Der von der EnergieAgentur.NRW gemanagte Cluster EnergieForschung.NRW (CEF.NRW) arbeitet im Auftrag des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen an der Umsetzung der energiewirtschaftlichen und klimapolitischen Zielvorgaben der Landesregierung im Bereich der Energieforschung. Dabei stellt CEF.NRW das komplexe Energieversorgungssystem als Ganzes in den Fokus seiner inter- und transdisziplinären Aktivitäten. Aufbauend auf den für die Energiewende relevanten Prozessen der Primärenergiekonversion im erneuerbaren und fossilen Bereich werden Energienetze, Flexibilitätsoptionen sowie Speichertechnologien als Tätigkeitsfeld gesehen.

Neben den rein technologischen Aspekten stellt die Energiewende eine neuartige Herausforderung für die Transformation einer Industriegesellschaft zu einem nachhaltigen Wirtschaftssystem dar. Aufgrund der Komplexität des Umbaus des Energieversorgungssystems braucht die Energiewende ein neues Systemverständnis. Denn neben technologischen Innovationen werden zukünftig insbesondere soziale Innovationen eine zunehmende Basis für einen nachhaltigen Wohlstand darstellen und gleichzeitig zum gesellschaftlichen Fortschritt beitragen. Vor dem Hintergrund der großen gesellschaftlichen Herausforderungen wie z.B. Klimawandel, Ressourcenverknappung, Wassermangel und Urbanisierung spielen soziale Inno-



vationen dementsprechend eine immer größere Rolle, insbesondere in Anlehnung an das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung.

Die zum Klimaschutz zwingend notwendige Dekarbonisierung unseres heutigen Wirtschaftssystems bzw. den bereits eingeleiteten Transformationsprozess des Energieversorgungssystems in Richtung Nachhaltigkeit gilt es wissenschaftlich zu begleiten. Hier setzt CEF.NRW mit dem Ziel an, technologische und sozio-ökonomische Erkenntnisfortschritte zu entwickeln und schneller als bisher auf den Weg in die Anwendung zu bringen. Dazu initiiert der Cluster Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der koordinierten Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen mit Wirtschaft und Gesellschaft. In diesem Kontext gilt es auch in Zukunft verstärkt die Sozialverträglichkeit der Auswirkungen der Energiewende als festen Bestandteil des energiepolitischen „Vielecks“ zu berücksichtigen.

Wir freuen uns, Ihnen in dieser Broschüre ausgewählte sozio-ökonomische und kulturwissenschaftliche Forschungsaktivitäten und -player aus Nordrhein-Westfalen vorstellen zu können. Informieren Sie sich darüber, in welchen Bereichen die Geisteswissenschaften bereits heute einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung einer erfolgreichen Energiewende leisten. Die Themenfelder erstrecken sich von der Sinnhaftigkeit einer transdisziplinären Forschung, über die Notwendigkeit der Dekarbonisierung unseres heutigen nicht zukunftsfähigen Energieversorgungssystems bis hin zur Notwendigkeit systemischer Ansätze. Die Bandbreite der Aktivitäten zeigt deutlich die Stärke der nordrhein-westfälischen geisteswissenschaftlichen Forschung im Kontext der Energiewende und demonstriert die Übernahme von Verantwortung im Zusammenhang mit der aktiven Gestaltung eines nachhaltigen Energieversorgungssystems. Denn ohne Forschung – sowohl im Bereich der technologischen Innovationen, als auch bei den sozio-ökonomischen bzw. kulturellen Innovationen – ist die Gestaltung eines nationalen wie internationalen nachhaltigen Energieversorgungssystems nicht möglich.

Ansprechpartner:

Dr. Frank-Michael Baumann, Clustermanager

**Georg Unger, Zentrale Energieumwandlung
und Transformationsforschung**

**Dr. Stefan Rabe, Dezentrale Energieumwandlung,
Energienetze und -speicher**



„Nur wenn technologischer Fortschritt mit sozialen Innovationen verknüpft wird, ist eine erfolgreiche Transformation unseres heutigen nicht nachhaltigen Energieversorgungssystems möglich.“

Dr. Frank-Michael Baumann, Georg Unger
www.cef.nrw.de

**Dr. Hans-Georg Bertram, Konversionstechnologien
und CO₂-Nutzung**

Sabine Michelatsch, Kommunikation



Warum die Energiewende auch eine Wissenschaftswende braucht

**Von Prof. Dr. Uwe Schneidewind,
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH**

Mit der Energiewende ist ein Paradigmawechsel eingeleitet worden: Bei der Energiewende handelt es sich um eine komplexe Systeminnovation. Sie erfordert nicht nur umfassende technologische Innovationen und Infrastrukturveränderungen, sondern auch neue Formen der Regulierung, neue Geschäftsmodelle und ein verändertes Verbraucherverhalten. Alle diese Bausteine spielen vielfältig zusammen: Das hat auch Auswirkungen auf die Art der Wissenschaft, die die Energiewende begleitet.

Klassische Beiträge der Wissenschaft zur Energiewende: Folgenforschung, Systemmodelle, technologische Innovationen

Schon in den letzten 20 Jahren hat die Wissenschaft die Energiewende vorbereitet und begleitet. Drei wissen-

schaftliche Ansätze spielten dabei eine zentrale Rolle: **Folgenforschung.** Die Fortschritte in der modernen Klimaforschung haben aufgezeigt, welche ökologischen Konsequenzen die fossile Energieversorgung moderner Industriegesellschaften hat. Dadurch wurde immer deutlicher, dass eine im wesentlichen auf Öl, Kohle und Gas setzende Mobilität, Wärme- und Stromversorgung zu ökologisch fatalen Klimaeffekten führt; eine umfassende Energiewende hin zu regenerativen Energieträgern daher unabdingbar ist.

Systemmodelle. Technologische und ökonomische Systemmodelle, die zeigen, dass und wie ein Umstieg auf eine regenerative Energieversorgung möglich ist, waren ein weiterer wichtiger Wegbereiter für die Energiewende. Sie haben es Entscheidungsträgern in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft erleichtert, Maßnahmen zur Unterstützung der Energiewende einzuleiten.

Technologische Innovationen. Schließlich ist die Entwicklung konkreter technologischer Innovationen – von der Wirkungsgraderhöhung von Solarzellen über effizientere Windkraftanlagen bis hin zu kostengünstigeren Speichertechnologien – ein zentraler Beitrag der Wissenschaft zur Energiewende.

Zu den neuen Anforderungen an Wissenschaft: Interdisziplinarität, Partizipation, Experimentieren in Reallaboren

Alle drei bisherigen wissenschaftlichen Zugänge spielen auch für die künftige Ausgestaltung der Energiewende eine wichtige Rolle. Gleichzeitig wird aber immer deutlicher, dass sie alleine zur Begleitung der Energiewende nicht ausreichen: Beim Ausbau regenerativer Energien spielen Fragen der Bürgerbeteiligung, der aktiven Partizipation am Energieausbau, aber auch der Umgang mit dem Rückbau bisheriger Schlüsselindustrien eine immer wichtigere Rolle; die Energiewende im Mobilitätssystem lässt sich nicht auf den Ersatz herkömmlicher Autos durch Elektrofahrzeuge reduzieren, sondern erfordert neue Mobilitätskonzepte. Ein verringerter Wärmeverbrauch in Gebäuden ist weit mehr als eine Frage effizienter Technologien der Gebäudedämmung. Er hat oft vielmehr mit Nutzungsverhalten von Gebäudebewohnern oder Anreizstrukturen für Gebäudeeigentümer zu tun.

Diese gewachsene Komplexität wirkt sich unmittelbar auf eine Wissenschaft aus, die die Energiewende effektiv begleiten will. Drei Anforderungen spielen dabei eine zentrale Rolle:

Wachsende Interdisziplinarität. Naturwissenschaftliche Folgenforschung, technologische und ökonomische Systemmodelle oder neue Technologieentwicklung stützen sich in der Regel auf ein enges Spektrum von Disziplinen und ihre Methoden. Für die Energiewende wird es aber immer wichtiger zu verstehen, wie neue Technologien in konkreten gesellschaftlichen Umfeldern wirken, welche Möglichkeiten und Widerstände politischer Regulierung es gibt, oder wie ein Produktdesign gestaltet sein muss, um möglichst viele Bürgerinnen und Bürgerinnen zur Beteiligung und Unterstützung zu motivieren. Dies stellt hohe Anforderungen an die Interdisziplinarität der Energiewendeforschung. Sie muss insbesondere Brücken zwischen den Technikwissenschaften auf der einen und Sozial- und Kulturwissenschaften auf der anderen Seite schlagen.

Verstärkte Partizipation. Bei der Umsetzung der Energiewende müssen Modellvorstellungen in konkrete Anwendungskontexte übersetzt werden: Die Energiewende in Bottrop wird zwangsläufig anders auszugestalten sein als diejenige in Köln oder in Münster. Die besonderen

Rahmenbedingungen lassen sich nur berücksichtigen, wenn die späteren Anwender und Entscheider früh in Forschungsprozesse eingebunden sind. „Co-Design“ und „Co-Production“ von Wissen sind die Begriffe, mit denen solche partizipativen Forschungsansätze bezeichnet werden. Dabei gilt dies nicht nur auf lokaler Ebene. Die partizipative Entwicklung des Klimaschutzplans NRW mit Beteiligten aller betroffenen Gruppen zeigt, dass partizipative Forschung auch auf der Ebene eines gesamten Bundeslandes möglich ist.

Experimentieren in Reallaboren. Gerade weil bei der Energiewende so unterschiedliche technologische, ökonomische und gesellschaftliche Faktoren zusammenspielen, lassen sich erfolgreiche Strategien nicht in Modellen im vorhinein bestimmen. Gefragt sind vielmehr „Realexperimente“, d.h. das Ausprobieren von neuen Technologien, aber z.B. auch von Anreiz- und Beratungsinstrumenten auf der Ebene von Haushalten, von städtischen Quartieren oder von gesamten Städten und Regionen. Wissenschaft für eine Energiewende begleitet solche Experimente und meldet die Wirkungen unterschiedlicher Strategien an die Akteure zurück. Das ermöglicht die schrittweise Verbesserung der gewählten Ansätze, aber insbesondere auch die Übertragung erfolgreicher „Best Practices“ auf andere Städte und Regionen. Das Beispiel der „Innovation City Ruhr“ steht für ein solches Experimentieren in Reallaboren.

Auf dem Weg zu einer „transformativen Wissenschaft“ Erst eine Wissenschaft, die diesen Anforderungen genügt, kann als eine „transformativ Wissenschaft“ bezeichnet werden, die die Energiewende effektiv begleitet.

„Transdisziplinäre Forschung liefert Beiträge zur Lösung gesellschaftlich relevanter Probleme. Sie ist dabei nicht nur interdisziplinär und vernetzt unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen, sondern sie bezieht auch die nicht-wissenschaftlichen Akteure eines Handlungsfeldes in ihre Forschung ein, um umsetzbare Handlungsempfehlungen zu erarbeiten.“

Prof. Dr. Uwe Schneidewind
www.wupperinst.org

Die Dekarbonisierung des globalen Energiesystems als Kernstück des Klimaschutzes



**Von Prof. Dr. Dirk Messner,
Deutsches Institut für Entwicklungspolitik**

Etwa die Hälfte der Weltbevölkerung profitierte von der Industrialisierung, die in den vergangenen 200 Jahren große wissenschaftliche, technische, wirtschaftliche und soziale Fortschritte ermöglicht hat. Voraussetzung dieser Entwicklung war die Erschließung neuer Energiequellen. Tierische und menschliche Muskelkraft wurde durch fossile Energieträger substituiert. In den vergangenen zwei Jahrhunderten wurden durch diese fossile Energierevolution insgesamt 1300 Gt CO₂ in die Atmosphäre freigesetzt. Die fossilen Energieträger sind die Hauptantriebskräfte der globalen Erwärmung. Um gefährlichen Klimawandel zu vermeiden, muss es im 21. Jahrhundert zu einer erneuten Energietransformation kommen. Das Weltenergiesystem, das derzeit noch zu etwa 80 % auf fossilen Energieträgern basiert, müsste bis etwa 2070 vollständig dekarbonisiert werden – nur so wäre eine Stabilisierung der globalen Erwärmung auf etwa 2 Grad Celsius noch möglich.

Neue Rahmenbedingungen für Dekarbonisierung

Um dieses Ziel zu erreichen, müsste ein Großteil der bekannten fossilen Vorräte, z.B. 80 % der Kohlebestände, im Boden bleiben. Derzeit bekannte fossile Energievorräte speichern etwa 15.000 Gt CO₂. Soll das Zwei Grad –Ziel gehalten werden, dürfen nur noch etwa 1000 Gt in die Atmosphäre gelangen. Umsetzbar ist diese fundamentale Transformation des globalen Energiesystems nur, wenn sich die politischen Rahmenbedingungen weltweit verändern. Noch werden fossile Energieträger jährlich mit etwa 400-500 Mrd. US \$ subventioniert. Der Internationale Währungsfonds / IWF hat kürzlich errechnet, dass die weltweiten Subventionen für die Verbrennung fossiler Energien sich sogar auf insgesamt 5,3 Billionen US \$ (etwa 6,5 % des globalen BSP) belaufen, wenn man die Umwelt- und Gesundheitskosten berücksichtigt, die von der fossilen Energieerzeugung verursacht werden. Diese direkten und versteckten Subventionen müssten rasch abgebaut werden. Stattdessen wäre ein globaler Preis auf Treibhausgasemissionen notwendig, um Investitionen in Richtung klimaverträglicher Energieerzeugung zu verstärken. Zudem müssten Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen im Bereich erneuerbarer Energietechnologie und der Speicherung von Energie erhöht werden.

In der vergangenen Dekade sind die Kosten für erneuerbare Energieerzeugung bereits signifikant gesunken. In Verbindung mit Einspeisesystemen zur Förderung erneuerbarer Energien, die es mittlerweile in gut 70 Ländern gibt, führte dies zu einem weltweiten Boom bei den erneuerbaren Energien. Seit 2012 kommen erstmals seit der industriellen Revolution über 50 % der Energiekapazitäten, die durch Neuinvestitionen in das globale Energiesystem integriert werden, aus erneuerbaren Quellen (Schaubild 1). Die Mehrzahl der Neuinvestitionen im globalen Ener-

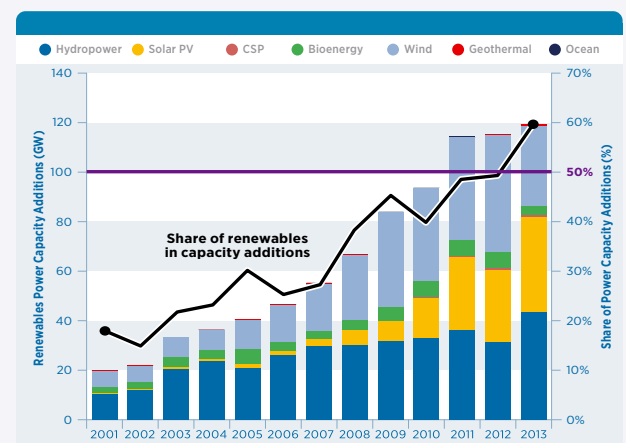


Schaubild 1. Quelle: IRENA

giesystem ist also bereits auf klimaverträgliche Energieerzeugung ausgerichtet. Zugleich sind weltweit noch immer viele Kohlekraftwerke in Planung. Würden diese Planungen umgesetzt, wäre eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 2 Grad Celsius nicht möglich. Der Ausbau der erneuerbaren Energieträger muss also beschleunigt und der Ausstieg aus den fossilen Energieträgern bis etwa 2070 gelingen.

Ein Gedankenexperiment – Weltweite Vollversorgung mit erneuerbaren Energieträgern bis 2050 möglich

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung globale Umweltveränderungen (WBGU) hat gezeigt, dass die nachhaltigen Potenziale erneuerbarer Energien ausreichen, um 10 Milliarden Menschen mit Energie zu versorgen. In einem Gedankenexperiment wird deutlich, dass bereits bis 2050 eine Vollversorgung der Weltwirtschaft mit erneuerbaren Energien technologisch machbar wäre (Schaubild 2, WBGU 2011, 129). Hemmnisse, wie ökonomische Laufzeiten bestehender Infrastrukturen, werden dabei bewusst ausgeblendet. Es geht zunächst darum, zu zeigen, dass eine vollständige Dekarbonisierung überhaupt gelingen kann. Diese Vision ist durch ein schnelles Auslaufen der fossilen Stromerzeugung, den raschen Ausbau der Elektromobilität sowie den massiven Ausbau erneuerbarer Energieträger charakterisiert. Finanzierbar wäre eine solche beschleunigte Transformation nur, wenn zugleich das globale Wachstum der Energienachfrage durch die signifikante Steigerung der Energieeffizienz gestoppt werden könnte. Es geht also nicht nur um den Ausbau neuer Energieinfrastrukturen, sondern auch die Erhöhung der Energieeffizienz in der Industrie, im Gebäudereich sowie im Verkehr.

Energiearmut bekämpfen

Soll die vollständige Dekarbonisierung des Weltenergiesystems gelingen, müssten alle Länder Dekarbonisierungsfahrpläne entwickeln, die bis 2070 umzusetzen wären. Das „Sustainable Development Solutions Network“ (SDSN), in dem auch Forschungsinstitute aus NRW mitarbeiten, hat solche Dekarbonisierungskorridore für viele Länder erarbeitet. Nicht vergessen werden darf, dass derzeit etwa 3 Milliarden Menschen keinen gesicherten Zugang zu modernen Energiedienstleistungen haben. Der klimaverträgliche Umbau der weltweiten Energiesysteme muss also auch einhergehen mit Anstrengungen zur Bekämpfung der Energiearmut in Entwicklungs- und Schwellenländern. Sie sollten dabei unterstützt werden, die Phase der fossilen Energieerzeugung zu überspringen, um direkt in die erneuerbare Energieerzeugung einzusteigen. Im Bereich der ruralen Energiearmut, z.B. in Subsahara Afrika, bieten die erneuerbaren Energien bereits heute kostengünstigere Lösungen, als die bishe-

rigen Energieangebote. Die Armen in ländlichen Gebieten Subsahara Afrikas bezahlen heute für eine Kilowattstunde Strom, erzeugt durch Dieselgeneratoren, oft mehr als 50 \$-Cent – Preise also, die deutlich über den Energiepreisen in Industrieländern liegen. Dezentrale Energieerzeugungssysteme könnten die Kosten wirksam senken und wirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten eröffnen. Die Entwicklungspolitik kann dabei helfen, Anfangsinvestitionen zu fördern und dazu beitragen, auch in den armen Ländern Dekarbonisierungsfahrpläne auf den Weg zu bringen.

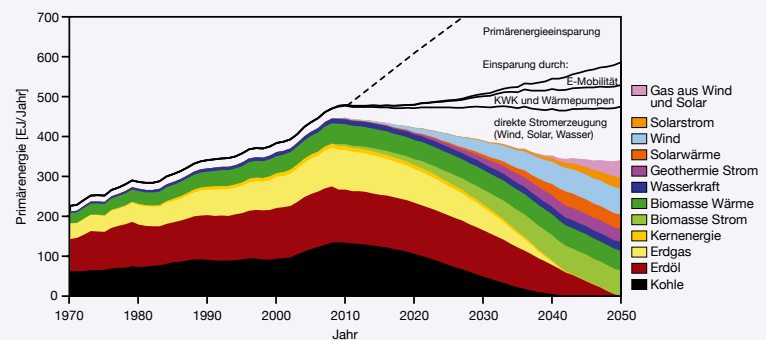


Schaubild 2: Vision zur globalen regenerativen Energieversorgung bis 2050: Dargestellt ist eine Aufschlüsselung des globalen Primärenergiebedarfs bis 2050 nach der Methode der direkten Energieäquivalente. Basis für das Szenario sind fortgeschriebene aktuelle Ausbauten erneuerbarer Energien. Weiterhin wird den erneuerbaren Energien Priorität im Energiesystem eingeräumt, so dass die Nutzung bestehender konventioneller Energieträger verdrängt wird. Hierbei bleiben die Ökonomie bestehender Infrastrukturen und die Verfügbarkeit von Schlüsselwerkstoffen unbeachtet. Die gestrichelte Linie zeigt die Entwicklung der globalen Primärenergienachfrage ohne Transformation nach dem GEA-Baseline-Szenario. Quelle: WBGU

„Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung globale Umweltveränderungen (WBGU) hat gezeigt, dass die nachhaltigen Potenziale erneuerbarer Energien ausreichen, um 10 Milliarden Menschen mit Energie zu versorgen.“

Prof. Dr. Dirk Messner
www.die-gdi.de

Herausforderung der Transformation des Energieversorgungssystems aus nationaler Sicht – Phasen der deutschen Energiesystemtransformation

**Von Prof. Dr. Manfred Fishedick,
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH**

Die Umsetzung der Energiewende stellt aus heutiger Sicht einen ambitionierten und zugleich hochkomplexen Transformationsprozess dar. Die folgenden Kernthesen können helfen, die Herausforderung besser zu verstehen und Ansatzpunkte für zukünftiges Handeln herauszukristallisieren.

Transformationsherausforderungen bestehen nicht ausschließlich für das Energiesystem, zudem sind umfassende Systemveränderungen kein grundsätzlich neues Phänomen. Ein Blick zurück auf andere Transformationsprozesse in anderen Sektoren kann daher wertvolle Hinweise zur Gestaltung der Energiewende geben. Was lernt man aus einer solchen Perspektive? Weitreichende Umbrüche sind häufig in der Folge von Krisen oder Knappheitssituationen eingetreten, d. h. wenn bestehende Strukturen an ihre Grenzen gestoßen sind und bisherige Verhaltensmuster nicht mehr tragbar respektive etablierte Geschäftsfelder rückläufig sind. Sie waren dann erfolgreich, wenn hinreichende technologische Möglichkeiten verfügbar sind und es gelingt, für sie einen adäquaten institutionellen, politischen, sozialen und kulturellen Umsetzungsrahmen zu schaffen. Transformationsprozesse werden befördert durch innovative Ideen, die in Demonstrationsvorhaben erfolgreich getestet werden und als Kristallisationskeime bestehende Strukturen (z. B. Marktstrukturen) verändern. Gesellschaftlicher Diskurs, Partizipation und Teilhabe auf unterschiedlichen Ebenen wirken ebenso beschleunigend für die Umsetzung komplexer Veränderungsprozesse wie die Orientierung an einer gemeinsamen Vision. Paradebeispiel dafür ist der Ruf nach dem „Blauen Himmel über der Ruhr“ vor gut 50 Jahren von dem damaligen deutschen Kanzler Willy Brandt.

Die Energiewende muss als ganzheitliche Aufgabe der Umgestaltung des gesamten Energiesystems verstanden werden und Synergieeffekte und negative Rückkopplungen zwischen den Sektoren im Blick haben. Die Energiewende ist vor diesem Hintergrund deutlich mehr als eine Stromwende, auch wenn der Bereich der Stromerzeugung in Bezug auf die Dekarbonisierung des Energiesystems Vorreiterfunktion hat. Die Energiewende ist auch keine reine Angelegenheit der nachhaltigen Bereitstellung und Verteilung von Energie. Soll die Energiewende erfolgreich gestaltet werden, geht es nicht nur um den Ausbau erneuerbarer Energien und deren Systemintegration, sondern

insbesondere auch um eine signifikante Steigerung der Energieeffizienz in allen Sektoren: von der Wirkungsgradsteigerung im Kraftwerksbereich bis zur Ausschöpfung der vielfältigen wirtschaftlich zum Teil hochattraktiven Energieeffizienzpotenziale in den Haushalten, im Verkehr und in Industrie und Gewerbe.

Die Energiewende ist auch keine rein nationale Aufgabe auch wenn es nationaler Vorreiter bedarf, die den Mut und die Ausdauer haben neue Wege zu beschreiten. Werden die Ziele des Energiekonzeptes der Bundesregierung aus dem Jahr 2011 ernst genommen, hat Deutschland das Potential ein solcher Vorreiter sein zu können. Wie aber kann ein solcher Weg praktisch gestaltet und kontinuierlich verfolgt werden? Dazu bedarf es zunächst einmal der Erkenntnis, dass es sich bei der Energiewende um keinen linearen Prozess handelt, sondern wir es mit unterschiedlichen Phasen und ihren jeweiligen Dynamiken und Besonderheiten zu tun haben.

Versteht man die Energiewende als langfristigen Pfad der vollständigen Dekarbonisierung des Energiesystems, kann diese vereinfacht in vier Phasen unterteilt werden. Bemerkenswert dabei ist, dass die Grenzen zwischen den Sektoren und zwischen den Infrastruktursystemen im Zeitverlauf immer weiter verschwimmen werden und mehr und mehr ganzheitliche Systemlösungen gefragt sind. Dies erhöht zum einen zwar die Handlungsmöglichkeiten im System auf der anderen Seite aber auch die Komplexität.

Die erste Phase ist geprägt durch die Bewusstseinsbildung, die Entwicklung und Markteinführung neuer Technologien sowie den Aufbau neuer Strukturen und das Ausschöpfen von Kostendegressionseffekten. In Bezug auf die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien haben wir diese Phase bei heutigen Marktanteilen von 25% und mehr bereits hinter uns gelassen. Die zweite und vielleicht entscheidende Phase steht bei Stromerzeugungsanteilen erneuerbarer Energien zwischen 25% und 60% ganz im Zeichen der Systemintegration erneuerbarer Energien und der intelligenten technischen wie ökonomischen Organisation des Wechselspiels zwischen den Technologien. In der dritten Phase mit Marktanteilen erneuerbarer Energien an der Strombereitstellung zwischen 60% und 100% steht die (Langzeit-)Speicherung im Vordergrund, die weitgehende Vervollständigung der europäischen Integration und der Aufbau sektorübergreifender Strukturen. Überschussstrom aus erneuerbaren Energien wird zunehmend umgewandelt in Wasserstoff, synthetisches

Erdgas oder Kraftstoffe (Power to X) und kommt vor allem in den Bereichen Verkehr und Industrie als Endenergieträger zum Einsatz – also dort, wo die direkten Einsatzmöglichkeiten von Strom begrenzt sind. Das Stromsystem, muss dabei so gestaltet sein, dass es in der Lage ist Zeiten mit wenig Wind und geringer solarer Einstrahlung (sog. „Dunkelflaute“) zu überbrücken und die Netz- und Systemstabilität auch in diesen Zeiträumen nicht gefährdet ist. In der vierten Phase kommt es zu einer fortgesetzten Verdrängung fossiler Energieträger aus den Endenergiesektoren. Strom aus erneuerbaren Energien und seine Umwandlungsprodukte stellen dann den zentralen Baustein für die Dekarbonisierung des gesamten Energiesystems. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien übertrifft in dieser Phase die (klassische) Stromnachfrage aus den Nachfragesektoren deutlich.

Die Umsetzung einer solch weitgehenden Systemtransformation ist alles andere als ein Selbstgänger. Sie ist technologische, ökonomische und gesellschaftliche Herausforderung zugleich und erfordert einen mehrfachen Paradigmenwechsel. Notwendig ist beispielsweise eine vollständige Veränderung des heutigen Energie- und Strommarktdesigns. Erneuerbare Energien werden im heutigen Marktssystem bisher als rein ergänzendes Element angesehen, im zukünftigen Marktssystem bilden sie den Kern. Es wird ein System sein, in dem die Grenzkosten der Stromerzeugung in immer mehr und immer längeren Zeiträumen bei Null liegen. Zur Aufrechterhaltung der Netz- und Systemstabilität muss der Ausbau erneuerbarer Energien deswegen flankiert werden durch einen Markt für Flexibilitätsoptionen, einen Markt für Speicher, Lastmanagementmaßnahmen und hochflexible Kraftwerke sowie Power to X-Lösungen.

Ein weiterer Paradigmenwechsel vollzieht sich im Wechselspiel zwischen der Angebots- und Nachfrageseite. Bis dato waren Energieträger ein weitgehend homogenes Gut. Zukünftig stehen eher die Dienstleistungen hinter dem Energieeinsatz im Vordergrund. Unternehmen vermarkten den „warmen“ oder „beleuchteten“ Raum, statt die kWh Strom oder den cbm Erdgas oder Erdöl. Sie weiten damit ihre Wertschöpfungskette aus. Es entstehen neue Geschäftsfeldideen und zwar sowohl der etablierten Marktakteure sowie von Newcomern. Die Möglichkeiten der Digitalisierung werden diesen Trend beschleunigen und vielfältige Produkt-Dienstleistung-Kombinationen entstehen lassen.

Auch auf der politischen Ebene bedarf es eines Umdenkens. Heute vielfach noch parallele Vorgaben und Gesetze im sogenannten Mehr-Ebenen-System müssen einmün-



„Die Umsetzung der Energiewende ist alles andere als ein Selbstgänger. Sie ist technologische, ökonomische und gesellschaftliche Herausforderung zugleich und erfordert einen mehrfachen Paradigmenwechsel.“

Prof. Dr. Manfred Fishedick

www.wupperinst.org

den in einen integrierten und konsistenten Ansatz, der die Interessen und Möglichkeiten der Europäischen Union, der einzelnen Mitgliedsländer, der Regionen und Kommunen abgleicht und bündelt. Letztlich erfordern Systemveränderungen, wenn sie erfolgreich gestaltet werden sollen, breite gesellschaftliche Diskurse über die Gestaltungsmöglichkeiten und -grenzen, das heißt eine offene und faire Diskussion über das Für und Wider von verschiedenen Entwicklungslinien. Nur über diese Einbindung in den Gestaltungsprozess verbunden mit einer aktiven Teilhabe am Umbau des Energiesystems (zum Beispiel über Bürgerenergieanlagen) ist eine gesellschaftliche Akzeptanz für den Transformationsprozess zu erzielen und dauerhaft aufrechtzuerhalten.

Die Energiewende ist nicht anderes als eine Gemeinschaftsaufgabe, die ein „neues“ Zusammenspiel von Politik, Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft erfordert – nur dann kann sie erfolgreich gestaltet werden. Sie ist aber auch ein lernendes System für das bis dato eine Blaupause fehlt. Lernen heißt aber auch Fehler machen und aus diesen Fehlern zu lernen, Energiewende bedarf daher eines „adaptiven“ Managements.

Stand und Perspektiven der Umsetzung der Energiewende

**Von Prof. Dr. Andreas Löschel,
Westfälische Wilhelms-Universität Münster**

Die Ziele sind langfristig klar definiert. Das Energiekonzept der Bundesregierung vom September 2010 skizziert eine Langfriststrategie der Energiepolitik Deutschlands mit ambitionierten Zielsetzungen. Bis Ende 2022 soll der Ausstieg aus der Kernenergie gelingen, die Treibhausgasemissionen sollen um 40 % bis 2020 und um 80-95 % bis 2050 gegenüber 1990 sinken, der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung soll bis auf mindestens 50 % im Jahr 2030 ansteigen und schließlich soll sich die Energieproduktivität pro Jahr um 2,1 % verbessern. Die Zielsetzungen sind durchaus ambitioniert – einiges ist geschafft, die großen Herausforderungen liegen aber noch in der Zukunft. Die Transformation des Energiesystems ist nämlich langfristig angelegt, über Jahrzehnte, nicht über Jahre oder Monate.

Bisher konnten die Treibhausgasemissionen um 27 % gegenüber 1990 reduziert werden, die Energieproduktivität verbesserte sich in den letzten Jahren um gerade einmal 1,2 % und erneuerbare Energien machen etwa 30 % am Bruttostromverbrauch aus. Der Ausbau der erneuerbaren Energien verläuft bislang in allen Sparten erfolgreich. Insbesondere bei der Stromerzeugung liegt Deutschland dabei deutlich über dem Zielpfad bis 2020. Die bisherige Förderung erneuerbarer Energien war sehr effektiv, aber kostspielig. In der Zukunft wird es darum gehen, mehr Effizienz in der Förderung zu sichern und den Erneuerbaren-Ausbau und den Netzausbau besser zusammenzuführen. Hierzu ist natürlich auch der europäische Rahmen zu beachten. Um die Systemintegration voranzutreiben ist ein besonderes Augenmerk auf den zunehmenden Einzug von Informations- und Telekommunikationstechnologien (IKT) in die Energiewirtschaft zu legen. Diese eröffnen neue Handlungsfelder und Geschäftsmodelle für die Synchro-



nisation von Technik, Netzen und Nutzung in Haushalten und in der Industrie.

Im Bereich des Klimaschutzes und in der Energieeffizienz ist Deutschland jedoch noch nicht auf dem Zielpfad. Hier sind erhebliche zusätzliche Anstrengungen notwendig. Mit dem Aktionsprogramm Klimaschutz und dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) wurde auf die Defizite reagiert. Allerdings sind viele Instrumente des NAPE noch im Prüf- und Planungsstadium oder am Beginn der Implementierungsphase. Da viele der vorgeschlagenen Instrumente auf weitgehende Regulierung verzichten und stattdessen mit Information und Beratung eine Verhaltensänderung anstoßen sollen, ist bei der Evaluierung besonders auf verhaltensbezogene Hemmnisse für den Energieeffizienz-Erfolg zu achten. Wie wirken informatorische Maßnahmen, Netzbeschränkungen, ökonomische Anreize und Smarte Produkte auf den Energieverbrauch von Haushalten und Unternehmen?

Die Energiewende gibt es nicht umsonst. Allerdings sind die Kosten der Energiewende schwierig zu ermitteln, da hierzu der Status-quo mit kontrafaktischen Szenarien verglichen werden muss. Bei der Betrachtung der aggregierten Elektrizitätsausgaben zeigt sich, dass die Belastungen durch die Energiewende bisher durchaus tragbar erscheinen. Bei der Betrachtung der Verteilungswirkungen der Energiewende sind Energiepreisbetrachtungen bei Haushalten und Unternehmen weniger geeignet. Eine Analyse der Energiestückkosten deutet an, dass im internationalen Vergleich die Belastungen im Verarbeitenden Gewerbe in der aggregierten Betrachtung noch tragbar sind. Dies gilt auch für die Energiekosten bei den Haushalten. Allerdings fordert die Umsetzung der Energiewende ein höheres Opfer von einkommensschwächeren Haushalten. Verteilungskonflikte dürften in Zukunft mit steigenden Kosten der Umsetzung der Energiewende eine noch größere Rolle spielen.

Um die langfristige Akzeptanz der Energiewende zu sichern, ist es dringend geboten, stärker auf die Kostenseite zu achten. Denn die Allgemeinheit findet die Energiewende zwar generell gut, möchte dafür aber nicht allzu tief in die Tasche greifen. Deshalb ist es besonders wichtig, dass energiepolitische Ziele zu möglichst niedrigen Kosten erreicht werden, dass die Vorzüge und Belastungen des Übergangs offen dargestellt werden und ein breiter gesellschaftlicher Konsens über das Energiesystem der Zukunft angestrebt wird. Hierbei ist eine evidenzbasierte, d. h. eine auf empirischen Belegen basierende, Analyse zentraler Maßnahmen im Rahmen der Energiewende von herausragender Bedeutung. So ist eine bessere Abbildung von Maßnahmen-Wirkungskette in modellbasierten

Simulationsstudien wichtig. Daneben muss die Analyse der ursächlichen Wirkung von Maßnahmen eine größere Rolle einnehmen. Durch natürliche Experimente und fieldexperimentelle Studien lässt sich der zu untersuchende Effekt von sich überlagernden Wirkungen und Einflüssen anderer Faktoren isolieren. In konkreten Transformationsprozessen wird dann individuelles Entscheidungsverhalten unter einer systematischen Veränderung der Rahmenbedingungen beobachtet. So wird auch der praxisnahe Erkenntnisgewinn eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiche Transformation.

„Um die Energiewende ökonomisch sinnvoll umzusetzen müssen zentrale Maßnahmen evidenzbasiert analysiert werden. Dazu gehört auch, Entscheidungen von Haushalten und Unternehmen bei sich ändernden Rahmenbedingungen besser zu verstehen. So unterstützt praxisnaher Erkenntnisgewinn die erfolgreiche Transformation.“

Prof. Dr. Andreas Löschel

www.wiwi.uni-muenster.de/eroe



Anforderungen an die Transformation des Energiesystems aus ökonomischer Sicht

Von PD Dr. Dietmar Lindenberger,
Energiewirtschaftliches Institut an der
Universität zu Köln

Die Transformation des Energiesystems hin zu einer CO₂-neutralen Versorgung mit Strom, Wärme und Kraftstoffen ist mit vielfältigen Herausforderungen verbunden. Diese umfassen technologische Innovationen ebenso wie die Weiterentwicklung von Marktdesigns und neue Wege der Partizipation, wie die vorliegenden Beiträge verdeutlichen. Aus ökonomischer Sicht geht es letztlich darum, die Ziele der Transformation in möglichst vorteilhafter Weise und zu möglichst geringen Kosten zu erreichen.

Dabei sind die Ziele der Transformation klar. Im Kern geht es um die Dekarbonisierung des Energiesystems unter Wahrung der Versorgungssicherheit. Doch wie lassen sich für die damit verbundenen Aufgaben die besten Lösungen finden? Im Grundsatz gibt es dazu ein bewährtes Verfah-

ren. Man organisiere einen offenen Suchprozess nach den besten Lösungen. Dabei heißt „offen“, dass die Suche keine Lösungsmöglichkeit ausschließt und alle Akteure willkommen heißt. In anderen Worten, gefragt ist die Ingangsetzung eines diskriminierungsfreien Wettbewerbs um die bestmögliche Umsetzung der Transformation.

Diskriminierungsfrei bedeutet hierbei vor allem zweierlei. Zum einen sollte der Wettbewerb technologieneutral sein. Dadurch werden die verschiedenen Technologien, die zur Zielerreichung beitragen können, in einen Wettbewerb untereinander gestellt. Dies unterstützt auch das Finden neuer Lösungen und es kann sich ein möglichst vorteilhafter Technologiemix am Markt herausbilden. Zum zweiten sollte der Wettbewerb – kompatibel mit dem europäischen Energiebinnenmarkt – auf europäischer Ebene stattfinden. Dadurch wird wiederum das Auffinden vorteilhafter Alternativen begünstigt. Diskriminierungsfrei bedeutet also, weder technologisch noch regional zu

diskriminieren, um im fairen Wettbewerb die übergreifend besten Lösungen finden zu können.

Die derzeitigen Politiken sehen allerdings überwiegend anders aus. So ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) weder technologieneutral noch europäisch. Die vorgesehene Kraftwerksreserve und zahlreiche weitere energie- und umweltpolitische Maßnahmen sind weder technologieneutral noch europäisch. Sie sind somit unterm Strich unnötig teuer. Sowohl in Deutschland als auch in anderen Ländern Europas bestehen reichlich Möglichkeiten, Energie- und Klimapolitiken stärker technologieneutral und europäisch auszurichten und die Ziele der Transformation des Energiesystems für die Gesellschaft insgesamt günstiger zu erreichen.

Ein Verzicht auf eine effiziente (technologieneutral und europäisch ausgerichtete) Politik droht infolge unnötig hoher Kosten die Akzeptanz der Transformation zu untergraben. Das äußert sich u.a. in der fortwährenden Debatte um die Kosten des EEG. Es hängt nicht zuletzt damit zusammen, dass unnötig hohe Kosten zulasten der im internationalen Wettbewerb stehenden Industrie gehen, wodurch die Wirtschaftskraft der Region und ihrer Bürger geschwächt wird. Für das Energie- und Industrieland Nordrhein-Westfalen mit seinen Energie- und Grundstoffindustrien, die die Ausgangsbasis für alle nachgelagerten Produktionen bilden, ist dies von besonderer Bedeutung.

Denn ein zu schnelles klimapolitisches Vorreiten, das dazu führt, dass die größten Volkswirtschaften und Treibhausgasemittenten wie China, die USA, Indien oder Russland nicht mitziehen, ist nicht nur für die Wettbewerbsfähigkeit der Vorreiter, sondern auch hinsichtlich des Klimaschutzes kontraproduktiv, weil Industrien in andere Länder mit niedrigeren oder keinen Umweltstandards abwandern und andernorts mehr emittieren. Dies spricht einmal mehr dafür, dass die klimapolitische Vorreiterrolle der Region, Deutschlands und Europas mit Blick auf die Geschwindigkeit des Transformationsprozesses immer wieder aufs Neue behutsam austariert werden sollte.

Die besondere Bedeutung des Energiesektors rührt letztlich daher, dass Energie nicht ein Wirkfaktor unter vielen darstellt, sondern ein essentieller Produktionsfaktor industrieller Volkswirtschaften ist, von dem unser Wohlstand entscheidend abhängt. Die Forschung am Energiewirtschaftlichen Institut der Universität zu Köln (EWI) befasst sich unter anderem auch mit der Rolle des Produktionsfaktors Energie im Zusammenspiel mit den Faktoren Arbeit und Kapital und ihrer Bedeutung für die Entwicklung der Wertschöpfung hoch entwickelter Volkswirtschaften. Insgesamt konzentrieren sich die

Forschungsaktivitäten am EWI bzw. in interdisziplinären Verbänden auf Themen der Energiewirtschaft und angrenzender Bereiche. Sie umfassen typischerweise Arbeiten zu Themen der Industrie-, Umwelt- und Regulierungsökonomie, des Energiehandels und Analysen auf der Grundlage komplexer energiewirtschaftlicher Simulationsmodelle und liefern somit auch einen Beitrag zur Transformationsforschung in NRW.

„Eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz der Energietransformation ist die Wahrung der Wirtschaftskraft des Landes und seiner Bürger. Grundstein hierfür ist die Wettbewerbsfähigkeit energieintensiver Grundstoffindustrien, die die Basis für alle nachgelagerten Produktionen bilden. Dies muss insbesondere ein Industrieland wie NRW im Blick behalten.“

PD Dr. Dietmar Lindenberger
www.ewi.uni-koeln.de

Vermeidung von Rebound als zentrale Herausforderung

**Von Prof. Dr. Reinhard Madlener,
RWTH Aachen**

Die Rebound-Forschung ist, wenn man vom Frühwerk „The Coal Question“ (1865) des britischen Ökonomen William Stanley Jevons mal großzügig absieht, inzwischen etwa 35 Jahre alt. Dennoch sind sich die Experten nach wie vor uneins darüber, ob die Steigerung der Energieeffizienz durch technologische Innovation etwas Positives (im Sinne von „No Regret“) darstellt und man Rebound-Effekte daher konsequent vermindern bzw. vermeiden sollte, um die Ressourceneinspar-Potentiale durch Energieeffizienz zu maximieren. Dabei hat diese Uneinigkeit nur teilweise damit zu tun, dass die Rebound-Forscher nicht völlig ausschließen können, dass „Backfire“ (Rebound > 100 %) in der Realität tatsächlich vorkommt. Sie können auch nicht sagen, ob Rebound-Effekte von beispielsweise 50 % – gleichbedeutend mit einer Halbierung der tatsächlichen Energieeinsparung im Vergleich zur (aus Ingenieurssicht) erwarteten Einsparung – noch akzeptabel sind. Neben der Frage nach der tatsächlichen Höhe von Rebound-Effekten in den verschiedenen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft und insgesamt stellt sich auch die Frage nach der optimalen Höhe und dem optimalen Mix der Rebound-Effekte.

Rationales ökonomisches Verhalten bedeutet: Wenn eine Energiedienstleistung (Mobilität, Beleuchtung, Beheizung) günstiger zu haben ist – beispielsweise durch energie(kosten-)sparende technologische Innovation – dann wird diese normalerweise auch stärker nachgefragt. Im Sinne eines funktionierenden Marktes und der ökonomischen Effizienz (optimale Allokation knapper Ressourcen) ist das durchaus wünschenswert. Im Sinne der ökologischen Nachhaltigkeit und der Ressourcenschonung ist es aber mitunter desaströs, da wir als Menschheit, die den Wohlstand ganz wesentlich den fossilen Energieträgern verdankt, die Tragfähigkeit des Planeten längst überschritten haben. Daher müssen wir dringend nach Auswegen aus diesem Dilemma der materialistischen und energiehungrigen Wachstumsgesellschaft suchen – für ein langfristig nachhaltiges Energiesystem.

Bei der Beurteilung der ökonomischen Effizienz und der Sinnhaftigkeit der Minimierung von Rebound-Effekten sollte man wohlfahrtsökonomische Betrachtungen mit einschließen. Wenn wir mit einem energieeffizienteren Auto mehr fahren und die Umwelt durch diese Verhaltensänderung stärker belasten als unbedingt nötig, können dadurch zusätzliche externe Kosten entstehen.

Die Interessen von Umwelt- und Energiepolitik („Wir sind im Anthropozän angelangt, aber nach wie vor sehr weit entfernt von ökologischer Nachhaltigkeit“) stehen den Interessen der Wirtschafts- bzw. Wachstumspolitik („Innovation und Wachstum sind gut, da dies den Fortschritt und die Arbeitsplätze sichert“) gegenüber. Dieser Zielkonflikt besteht, obwohl eine nachhaltige Energieversorgung ja auch ein Ziel der Wirtschaft sein müsste, umgekehrt aber eine leistbare, hinreichende und sichere Energieversorgung ebenfalls ein klassisches energiepolitisches Ziel(-bündel) darstellt.

Rebound-Effekte sind per se nicht notwendigerweise (nur) schlecht. Bedeuten sie doch, dass die Energiekonsumenten auf Preissignale reagieren und ihren Nutzen entsprechend maximieren – gleichbedeutend mit der effizienten Allokation knapper Ressourcen entsprechend von Preissignalen (hier: der Preis einer kostengünstiger gewordenen Energiedienstleistung). Wichtig dabei ist, externe Effekte in der Analyse mit zu berücksichtigen und Rebound nicht nur auf den direkten Rebound (also den Preiseffekt) zu reduzieren, sondern gesamthaft aus einer wohlfahrtstheoretischen Perspektive zu betrachten. Denn zumindest theoretisch, empirisch ist das viel schwieriger nachzuweisen, gibt es ein optimales Rebound-Niveau, welches erreicht bzw. gehalten werden sollte. Ein Rebound von Null wäre daher genauso unsinnig wie eine Umweltverschmutzung von Null, da die Grenzkosten der Rebound-Vermeidung vermutlich deutlich höher wären als der Grenznutzen, der aus einer weiteren Einheit Effizienzsteigerung generiert würde. Andersherum müssen sich die für die Energiepolitik Verantwortlichen aber auch bewusst sein, dass eine auf Energieeffizienz basierende Politik zum Zweck der Ressourcenschonung weniger effektiv und damit auch weniger kosteneffizient ist, wenn die Rebound-Effekte entsprechend hoch sind.

Es geht also letztlich darum, eine vernünftige Balance zwischen der Verminderung von Rebound-Effekten und resultierenden Einbußen bei den durch Energieeffizienzsteigerungen induzierten individuellen, sektoralen und auch makroökonomischen Effekten (inklusive externer Kosten und Nutzen) zu erreichen. Dafür bedarf es einer Weiterentwicklung der theoretischen und empirischen Rebound-Forschung auf der Mikro-, Meso- und Makroebene, um für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft verbesserte Handlungsempfehlungen in einer zunehmend komplexeren Welt ableiten zu können. Es bedarf aber auch – aus Sicht jedes Einzelnen und auch der Gesellschaft – einer kritischen Reflexion darüber, wie wir uns den Gesund-

heitszustand unseres Planeten in 100 Jahren wünschen, was die Nachwelt über uns denken soll, und welche materiellen Konsumbedürfnisse wir getrost zurückfahren können ohne deswegen notwendigerweise gleich unglücklicher sein zu müssen.

Bedarf es einiger Beispiele? Der neue Tesla SUV in der Variante P90D leistet 773 PS, hat ein Leergewicht von 2,4 Tonnen und beschleunigt in weniger als 3,5 Sekunden von 0 auf 100 km/h; die Höchstgeschwindigkeit beträgt stattliche 250 km/h. In den USA (und nicht nur dort) steigt der Absatz konventioneller Sport Utility Vehicles (SUV) wieder drastisch an, seit die Ölpreise im Keller sind, und es wird wieder mehr gefahren. In Großbritannien wurden hohe Rebound-Effekte bei der effizienten Beleuchtung durch Sparlampen festgestellt – trotz starker Bemühungen seitens der Politik den Strombedarf für Beleuchtung zu senken. Es bleibt noch abzuwarten, wie hoch die Rebound-Effekte der LED-Technologie sein werden, aber meines Erachtens werden diese sehr beträchtlich und die Einsparungen entsprechend niedrig sein.

Die Rebound-Forschung befasst sich aktuell mit der Weiterentwicklung der (mikroökonomischen) Theorie, der Verbesserung der angewandten Methoden und der Verbreiterung der empirischen Basis, z.B. durch die Aktualisierung von Ergebnissen unter Verwendung neuerer oder besserer Daten, aber auch durch Studien über weitere Länder und neue Aspekte wie etwa die zweiseitige Rolle der Informations- und Kommunikationstechnologien. Die Verknüpfung bzw. Berücksichtigung verschiedener Disziplinen aber auch die kritische Reflexion der Rebound-Forschung und -Debatte sind weitere Bestandteile der aktuellen Forschungsansätze.

Rebound ist in seiner Gesamtheit ein sehr komplexes Phänomen. Für dessen umfassende Untersuchung sind inter- und transdisziplinäre Forschungsansätze notwendig. Die Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft müssen sich daher damit abfinden, dass Rebound-Effekte nicht auf eine einfache Zahl reduziert werden können und je nach Modell und Forschungsfrage verschiedene Ergebnisse resultieren können.



„Es ist höchste Zeit gesellschaftsfähige und massentaugliche Auswege aus der enormen Abhängigkeit von fossilen Energiequellen zu suchen. Die Steigerung der Energieeffizienz durch technologische Innovation stellt für sich kein Allheilmittel zur Lösung von Umwelt- und anderen Ressourcenproblemen dar, ist aber – gekoppelt mit weniger energieintensiven Lebensstilen und ökonomisch sinnvoller Energie- und Klimapolitik – dennoch ein wichtiges Element einer nachhaltigen Entwicklung.“ Prof. Dr. Reinhard Madlener, www.wiwi.rwth-aachen.de



Gesellschaftsverträgliche Transformation des Energieversorgungssystems und Promotoren der Energiewende – von Pionieren zur breiten Implementierungskultur

**Von Prof. Dr. Claus Leggewie,
Kulturwissenschaftliches Institut Essen**

Unter „Energiewende“, einem Begriff, der als deutsches Lehnwort in zahlreiche Sprachen und viele internationale Dokumente eingegangen ist, kann man vieles verstehen. Viele meinen damit den Akt des Umsteuerns nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima im März 2011, als die deutsche Bundesregierung den Ausstieg aus der Kernenergie im nächsten Jahrzehnt verkündete, nachdem sie kurz zuvor noch Laufzeitverlängerungen mit den großen Stromversorgern beschlossen hatte. Ähnliches geschah in anderen OECD-Staaten.

Im weiteren Sinne begann die Energiewende jedoch weit früher, nämlich in den Jahren, als zunächst vereinzelt, dann immer mehr Menschen nicht nur auf „Atomstrom“

verzichten wollten, sondern auch auf Energie aus fossilen Brennstoffen. Diese Bewegung für den Umstieg auf „Erneuerbare Energien“ (Sonne, Wind, Wasser, Biomasse) ging in Ländern wie Deutschland von der besonders geschärften Risikowahrnehmung bei Kernkraftwerken aus, sie ist aber weit mehr als ein „Atomausstieg“. Das betrifft ihren Bezug auf das Paradigma der Nachhaltigkeit ebenso wie die Tatsache, dass diese Energiewende im Wesentlichen „von unten“, d.h. durch nicht zu ignorierende Meinungs- und Verhaltensänderungen der Strom- und Energieverbraucher vorangetrieben wurden. Diese Impulse haben Gesetzgeber (etwa mit dem EEG) und Technologieproduzenten sowie „der Markt“ durch ökonomische Anreize aufgegriffen und bestärkt.

In diesem Sinne ist eine Energiewende in der Tendenz weit mehr als ein Umstieg auf „sauberen Strom“ und derglei-

chen. So wäre es, wenn diese Fazilitäten billiger zu haben wären, sich am Lebensstil der Verbraucher ansonsten aber nichts veränderte. Doch waren es weniger Kostenargumente als eine erweiterte ökologische Intelligenz, die zur Wahl von (oftmals kostspieligeren) Erneuerbaren motiviert hat. Der technischen Energiewende und der politischen Reform vorausgegangen war ein tiefgreifender, den gesamten Globus umspannender Wertewandel, der mehr Achtsamkeit für die unerwünschten und schädlichen Folgen eines fossil-atomaren Energiesystems geschaffen und in der Folge veränderte Wissens- und Präferenzordnungen bewirkt hat. Dem Wandel der Verhaltensweisen und Institutionen ging also ein Wandel der Mentalitäten und Denkweisen voraus.

Ob die Energiewende die damit verbundenen Ziele eines nachhaltigeren Wirtschaftens und Lebens, die Vermeidung gefährlichen Klimawandels und die Respektierung anderer planetarer Grenzen erreichen kann, hängt zum einen vom technischen Fortschritt und der breiteren Markteinführung erneuerbarer Stromangebote sowie von der Fortsetzung der politischen Reformen ab. Zum anderen aber werden diese getrieben durch „politischen Konsum“, die Umsetzung des Wertewandels in spürbare Verhaltensänderungen der Verbraucher und nicht zuletzt durch die Artikulation des politischen Willens, eine Politik der Nachhaltigkeit voranzutreiben, ggf. unter Hinnahme höherer Kosten etwa bei den Strompreisen, die seit 2012 die Debatte bestimmen.

Auch dabei kommen massive „nichtökonomische“ Aspekte in Betracht, die weniger den individuellen rationalen Nutzenmaximierer, den Homo oeconomicus, adressieren als den Homo cooperativus, der eventuelle Kosten zu seinen Lebzeiten im Blick auf die Lebensqualität namentlich künftiger Generationen hinnimmt. Denn die Nachteile der Vernutzung konventioneller Energieträger (resp. der Wettlauf um schwieriger und konfliktreicher auszubeutende Erdöl- und Erdgasreserven) und die Risiken der Endlagerung atomaren Mülls gehen eindeutig auf Kosten von Kindern und Kindeskindern.

Ein Denken im Modus des „Futur II“, also die Überlegung, was Heutige getan haben werden, um die Lebenschancen Künftiger zu erhalten, ist der Kern einer Futurisierung in Politik und Alltag, die aus nachvollziehbaren, aber problematischen Gründen auf die Gegenwart fixiert geblieben sind. Auch in diesem Bereich hat sich jedoch, wie man an der Implementierung der „Zwei Grad-Leitplanke“ in politische Programme und Verträge zur CO₂-Minderung, ebenso an der Schuldenbremse sehen kann, ein Wertewandel ergeben, der erneut die Bedeutung des soziokulturellen Systems für Reformprojekte in der Energieerzeugung

unter Beweis stellt. Den Pionieren des Wandels, die einmal als ökologische „Waldschrate“ verlacht wurden, in Wahrheit aber Startups einer ökologischen Wende waren, kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Ex negativo wird das durch die Tatsache bestätigt, dass die mentale Fixierung auf benzin- und dieselbetriebene Pkw und Lkw eine zur Energiewende gehörende Verkehrswende bisher verhindert haben.

„Der technischen Energiewende und der politischen Reform vorausgegangen war ein tiefgreifender globaler Wertewandel inklusive der Veränderung von Wissens- und Präferenzordnungen. Dem Wandel der Verhaltensweisen und Institutionen ging also ein Wandel der Mentalitäten und Denkweisen voraus.“

Prof. Dr. Claus Leggewie
www.kulturwissenschaften.de

Soziale Innovationen als Baustein der Energiewende

Von Prof. Dr. Jürgen Howaldt und
Dr. Michael Schwarz, Sozialforschungsstelle Dortmund
ZWE der TU Dortmund

Die Energiewende stellt eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen für die kommenden Jahrzehnte dar. Ihre Umsetzung erfordert große Anstrengungen und bietet zugleich neue Perspektiven. Die dafür erforderlichen Technologien sind bekannt; aus rein technischer Sicht wird eine vollständige Energiewende bis 2030 für realisierbar gehalten. Dem stehen jedoch politische und praktische Umsetzungsprobleme entgegen. Soll die Energiewende gelingen, müssen deshalb die Potenziale der gesamten Gesellschaft genutzt und soziale und technologische Innovationen miteinander verbunden werden.

Als primär technologischer Umbau des Energiesektors und Steigerung der Energieeffizienz angelegt, lassen sich die mit der Energiewende verbundenen Ziele nicht realisieren. Viel entscheidender ist „die Befreiung vom herrschenden technokratischen Paradigma“ – so Papst Franziskus in der Enzyklika „Laudatosi“ – und eine Transformation der sozialen Praktiken durch soziale Innovationen sowohl bei der Energieerzeugung – wie z.B. dezentrale autarke Strom- und Wärmeerzeugung – als auch bei der Energienutzung und -suffizienz in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität. Im Gebäudesektor weicht z. B. der Energieverbrauch zweier Bauart identischer Häuser abhängig von den jeweiligen Nutzungspraktiken seiner Bewohnerinnen und Bewohner um ca. 35 % vom Mittelwert ab. Durch eine Veränderung der Praktiken lässt sich der Energieverbrauch eines Hauses also deutlich senken.

Eine der größten Herausforderungen im Bereich der Energiewende stellt der Verkehrssektor dar. Trotz deutlicher Effizienzgewinne auf Seiten der Verkehrsmittel ist der Anteil des Verkehrs am deutschen Endenergieverbrauch im Vergleich zu Anfang der 90er Jahre in etwa konstant geblieben. Die realisierte Effizienzsteigerung wird durch die vorherrschenden Mobilitäts- und Transportpraktiken vollständig kompensiert. Notwendig sind also vor allem neue Praktiken der Mobilität wie z.B. die nach einer KfW-Studie aus dem Jahr 2013 erfolgreiche soziale Innovation des Car-Sharings: Die Anzahl der Nutzer und Car-Sharing-Autos steigt derzeit um ca. 20 % pro Jahr, d. h. ihre Anzahl verdoppelt sich alle drei bis vier Jahre. Es gibt insgesamt weniger Autofahrten, es wird weniger Treibstoff verbraucht und zahlreiche private Autos werden ersetzt. Außerdem kann die Fahrzeugflotte schnell neuen ökologischen Standards entsprechend angepasst werden. Die



Erfahrung mit neuen Konzepten beim Car-Sharing bietet die Chance, bei der Verkehrspolitik nicht mehr das Auto, sondern die optimale Erfüllung des Mobilitätsbedarfs der Bürgerinnen und Bürger in den Vordergrund zu rücken. Damit eröffnen sich auch neue Wege zur Erreichung der Energiewende-Ziele.

Dies sind nur zwei Beispiele für die große Bedeutung sozialer Praktiken bei der Bewältigung der Energiewende. Folgt man in Anlehnung an Reckwitz den Grundannahmen der Praxistheorie, dann setzt sich die soziale Welt aus sehr konkret benennbaren einzelnen, dabei miteinander verflochtenen Praktiken zusammen: aus Praktiken des Regierens, des Organisierens, der Partnerschaft, des Konsumierens, des Selbst etc.. Soziale Praktiken sind mehr als individuelle Verhaltensweisen. Es sind elementare Operationen, durch deren Vollzug und Wiederholung Sozialität, Stabilität und Instabilität, Ordnung und Neues entsteht. Sie sind sowohl Quellen sozialer Reproduktion als auch sozialer Wandlungsprozesse. „Erfindungen“ – seien es technische, kulturelle oder soziale – eröffnen neue Möglichkeiten, machen den Blick frei auf Probleme und Unzulänglichkeiten bewährter Praktiken, stoßen Lern- und Reflexionsprozesse an und ermöglichen schließlich neue soziale Praktiken. Da im Energiebereich die am häufigsten verfolgte Strategie für Wandel in der Kombination technischer Innovationen mit dem Versuch der Beeinflussung individuellen Verhaltens besteht, bleiben wichtige Innovationspotenziale bislang ungenutzt.



Auf diesen Zusammenhang verweist auch die Erklärung „Soziale Innovationen für Deutschland“ (2014): „Ohnehin sind komplexe Probleme mit technischen Innovationen allein nicht zu lösen. Bildung, gesellschaftliche Integration und gute Arbeit brauchen vor allem neue Denkweisen und veränderte Praktiken. Die Potenziale neuer Technologien lassen sich nur dann entfalten, wenn diese in die Veränderungen sozialer Praktiken eingebettet sind. Insofern brauchen wir eine ganzheitliche Perspektive, in der sich technologische und soziale Innovationen gegenseitig verstärken und so zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen beitragen.“

Die Veränderung sozialer Praktiken ist in der Regel ein langwieriger, kontingenter und sich selbst steuernder Prozess. Die bisherigen Versuche, solche Prozesse durch Verhalten beeinflussende Politik zu „steuern“, haben sich in der Regel als ausgesprochen schwierig und weitgehend erfolglos erwiesen. Eine umfassende Innovationspolitik, die neben der Förderung neuer Technologien auch soziale Innovationen sowie die Befähigung der Akteure zur Reflexion ihrer Praktiken in den Blick nimmt, steht erst am Anfang und bedarf vor allem eines vertieften Verständnisses von der Funktionsweise und den Wirkmechanismen sozialer Innovationen. Dazu leistet die soziologische Perspektive auf das Wechselspiel von Beharrung und Wandel sozialer Praktiken sowie das dabei relevante Verhältnis von Erfindung und Nachahmung einen wichtigen Beitrag.

In der Nutzung dieser Potenziale liegt die große Herausforderung für eine zeitgemäße Innovationspolitik. Wie in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts die Bedingungen geschaffen wurden, um – gestützt auf eine technologisch orientierte Innovationspolitik – die Potenziale der Natur- und Ingenieurwissenschaften zu erkunden und für die Gesellschaft nutzbar zu machen, so brauchen wir zu Beginn des 21. Jahrhunderts einen ebenso großen Pioniergeist bei der Suche nach neuen sozialen Praktiken, die den Menschen zukunftsfähigen Wohlstand ermöglichen.

In diesem Sinne sind sozial-ökologische Transformationen wie die Energiewende und dementsprechende soziale Innovationen zuallererst Ensembleleistungen, die ein Zusammenwirken vieler gesellschaftlicher Akteure erfordern. Die Gesellschaft selbst wird zum zentralen Ort von Innovationen. Dabei können in Anlehnung an Leggewie und Welzer soziale Innovationen und ihre Akteure kritisch, explorativ und experimentell an den vorherrschenden ‚mental maps‘, den etablierten Regeln, Routinen, Pfaden und Leitbildern in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft – wie beispielsweise einer zwangsläufigen Kopplung von Wohlstand und Wachstum und der Stabilität von nicht nachhaltigen Konsumpraktiken – ansetzen, diese in Frage

stellen und in einem ‚Wettbewerb der Ideen‘ zu verändern, alternativen sozialen Praktiken, Konsum- und Lebensformen führen und damit zu Treibern des transformativen sozialen Wandels werden.

„Weltweit wird in den letzten Jahren über ein verändertes Innovationsverständnis diskutiert. Dabei setzt sich zunehmend die Überzeugung durch, dass soziale Innovationen im Sinne kreativer und zielgerichteter Veränderungen sozialer Praktiken von entscheidender Bedeutung zur Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen sind.“

Prof. Dr. Jürgen Howaldt und Dr. Michael Schwarz
www.sfs.tu-dortmund.de



Politische Partizipation und Verantwortungsteilhabe an der Energiewende: Ein soziales Ereignis

**Von Prof. Dr. Hans J. Lietzmann,
Bergische Universität Wuppertal**

Die Energiewende kann nur gelingen, wenn sie von den Menschen in ihrer alltäglichen Praxis umgesetzt und „gelebt“ wird. Alle Modelle der Ressourceneinsparung und der energiepolitischen Optimierung scheitern, wenn sie sich nicht den Menschen verständlich machen. Nur wenn sie verständlich machen, werden sie umgesetzt. Bleiben die Ideen der Energiewende unverstanden oder technisch abstrakt, dann finden auch die cleversten und raffiniertesten Vorhaben nicht den Weg von den Reißbrettern in die gesellschaftliche Praxis. Das gilt für die Menschen in den urbanen Zentren Nordrhein-Westfalens ebenso wie in den ländlichen Regionen; in den wohlhabenden Kommunen ebenso wie in denen mit den angespannten Budgets: Überall muss die Energiewende in NRW von einer großen

Zahl der Menschen als ein eigenes, zumindest als ein lohnendes Projekt verstanden werden. Insofern stellt die Energiewende in NRW nicht nur ein wichtiges politisch-programmatisches Konzept dar. Es ist vielmehr der Start eines politischen Umsetzungsprozesses; die Initiative zu einem sozialen Ereignis.

Andererseits ist die soziale Bereitschaft, sich an politischen Projekten zu beteiligen in Stadt und Land einem grundlegenden Wandel unterworfen: Hatten sich die Bürgerinnen und Bürger über lange Jahre damit begnügt, von ihren gewählten Repräsentanten regiert zu werden, so ist an die Stelle dieser Genügsamkeit und dieser Folgebereitschaft das Interesse an deutlicher und nachhaltiger Beteiligung getreten. Wir reden daher viel über ein neues politisches Denken und eine neue Partizipationskultur. Wie diese genau sich herausbilden wird ist durchaus noch

offen. Aber erst kürzlich hat eine Studie deutlich erwiesen, dass drei Viertel der bundesdeutschen Bürgerinnen und Bürger quer durch alle sozialen Gruppen und alle politischen Lager mitbestimmen wollen. Und dass sie glauben, dass ihr praktischer Alltagsverstand den politischen Entscheidungen und den Planungen ihrer Umwelt nur förderlich sein kann. Sie sind damit typische Zeitgenossen unserer Gegenwart; sie haben nämlich eine wesentlich höhere Schulbildung als es zur Zeit der Gründung der politischen Institutionen in Kommune und Land gängig war. Und Ihnen wird in ihrem gegenwärtigen Alltag weit mehr als früheren Generationen abverlangt, wichtige Entscheidungen über ihre Lebensführung selbst zu treffen. Sie haben vielfach gelernt, sich hierfür die nötigen Informationen aus den verfügbaren Medien zu besorgen. Das alles macht sie selbstbewusst und löst sie auch aus der früher selbstverständlich gefühlten Folgebereitschaft. Und sie haben eigene und konkrete Vorstellungen davon, wie bestimmte Entscheidungen getroffen werden sollten, die sie früher ganz selbstverständlich professionellen Entscheidern überlassen haben. Das erleben Ärzte in ihren Sprechstunden mit den internet-affinen Patienten; das erleben Autoverkäufer mit den vorinformierten Kunden; und das erleben Dienstleister auf allen Ebenen. So erleben es aber auch die politischen Entscheidungsinstanzen in Stadt und Land. Die Bürgerinnen und Bürger entwickeln ihre ganz eigenen Vorstellungen von politischen Projekten. Anregungen und Konzepte greifen sie bereitwillig auf; doch sind sie ganz entschieden darin, deren Ausgestaltung, das Tempo und die Richtung ihrer Umsetzung mitzubestimmen.

Diese Kompetenz und dieser Partizipationswille liegen quer zu den Entscheidungsroutrinen. Doch sie sind ein großes soziales Kapital und in ihnen liegt eine gewaltige politische Chance. Denn die Einbeziehung der Menschen in den Gestaltungsprozess der Energiewende in NRW sichert dieser den Erfolg. Indem die Bürgerinnen und Bürger über Beteiligungsverfahren zu Mitgestaltern der Energiewende werden, werden sie zugleich auch zu Mitverantwortlichen. Nur wer an der Ausformulierung und Umsetzung beteiligt bleibt, ist unter den sozialen Dynamiken der Gegenwart bereit, auch die positiven Folgen angemessen zu würdigen. Und er ist sehr selbstbewusst bereit auch die unabdingbaren weniger leichten Nebenfolgen mit dem erreichten Vorteilen abzugleichen. „Own the process, own the result“ (Shapiro) wie die politische Partizipationsforschung formuliert. Wird das Ergebnis als Eigenes gesehen so sind auch die Schwierigkeiten, die mit ihm verbunden sein können, als eine gemeinschaftliche Herausforderung ganz selbstverständlich. Partizipation heißt immer auch bereitwillige Verantwortungsübernahme am Ergebnis. Das haben alle Forschungen und die Beteiligungspraxis der

vergangenen Jahre gezeigt. Und umgekehrt: Politische Projekte ohne faire und effektive Beteiligung werden automatisch als fremd, aufgenötigt und belastend empfunden. Sie werden häufig mit aller sozialer Kompetenz in Frage gestellt.

Die politikwissenschaftliche Forschung erforscht deshalb die Bilder und die Geschichten („Narrative“), mit denen sich die Menschen in Nordrhein-Westfalen über die politische Energiewende austauschen. Sie ermittelt die Vorstellungen, Ängste und die Hoffnungen, die sie mit dem energiepolitischen Aufbruch verbinden. Hierfür werden die modernsten Partizipationsmodelle in den unterschiedlichen Regionen und sozialen Konstellationen des Landes eingesetzt. Die soziale Kompetenz der Menschen und ihre Beteiligungsbereitschaft ergänzt die traditionellen politischen Institutionen. Sie hilft diesen und sie stärkt sie! Es ist dies ein wichtiger Schritt zu einer nur so erfolgreichen Umsetzung dieser wichtigen Innovation.

„Own the process, own the result: Nur wenn die Menschen am Prozess der politischen Ausgestaltung ihrer Welt beteiligt sind, werden sie sich die Ergebnisse in ihrem sozialen Alltag aneignen. Nur wenn sie sich die Energiewende aktiv aneignen, kann diese in einer aktiven Bürgerschaft erfolgreich sein. Moderne Demokratie und innovative Politik sind um beider Erfolg willen aufeinander angewiesen!“

Prof. Dr. Hans J. Lietzmann
www.uni-wuppertal.de



NRW – Innovation und Transformation

Von Prof. Jürgen-Friedrich Hake,
Forschungszentrum Jülich

Der Befund

Dem Bericht der Vereinten Nationen zur Entwicklung der Weltbevölkerung zur Folge werden bis zum Jahr 2100 etwa 10 Milliarden Menschen auf der Erde leben. Dieses Wachstum wird ganz wesentlich in Asien und Afrika stattfinden; die diesbezügliche Entwicklung in Europa kann als marginal bezeichnet werden. Der Weltklimarat erwartet in seinem Bericht für denselben Zeitraum weltweit gravierende Klimaveränderungen – ebenfalls regional unterschiedlich, aber eben nur in der Stärke ihrer Auswirkungen. Beide Berichte betonen, dass die Ereignisse mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eintreten werden. Während die Bevölkerungsentwicklung sogar gegen Katastrophen wie große Kriege oder Seuchen stabil zu sein scheint, besteht beim Klimawandel noch die Möglichkeit, ihm durch geeignete Maßnahmen entgegen zu wirken. Die längerfristigen globalen wirtschaftlichen Perspektiven sind nach Auffassung der OECD ebenfalls Besorgnis erregend.

Nun ist es nicht das erste Mal, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tiefgreifende Veränderungen vorhersehen und auf drohende Katastrophen hinweisen. Der Unterschied zu früher liegt vielleicht darin, dass die Menschen noch nie zuvor über ein so umfassendes und detailliertes Bild ihrer Situation auf der Erde verfügt haben. Auffallend ist, wie schwer es den Menschen fällt, angemessen auf diesen Befund zu reagieren. Die Verhandlungsprozesse im Zusammenhang mit dem Leitbild nachhaltiger Entwicklung geben dafür ein beredtes Beispiel ab.

Die gerade von den Vereinten Nationen verabschiedeten Sustainable Development Goals lassen zwar deutlich erkennen, was zu tun ist, eine entschlossene Reaktion, wie die Verhältnisse verändert werden sollen, ist aber (noch?) nicht zu erkennen.

Diese wenig erfreuliche Zustandsbeschreibung wird nur zum Teil durch einzelne viel versprechende Initiativen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft relativiert. Deutschland scheint besser als viele andere Länder und Regionen auf diese Zukunft vorbereitet zu sein. Falls dies so sein sollte, ist es das Resultat gemeinsamer Anstrengungen von Bund, Ländern, Kreisen und Kommunen.

Vom Syndrom zur Innovation

Technischer Fortschritt, die Modernisierung technischer, aber auch gesellschaftlicher Systeme, gehört zum Alltag moderner Industriegesellschaften. Ihre Wettbewerbsfähigkeit basiert unmittelbar auf der Fähigkeit, Innovation und Wachstum hervorzubringen. Diese wiederum basieren auf geeigneten institutionellen Rahmenbedingungen und der Möglichkeit zur individuellen Entfaltung. Technischer Fortschritt ermöglicht es, dass Menschen die Formen ihres Zusammenlebens mit großer Geschwindigkeit verändern; traditionelle Organisationsformen werden in Frage gestellt, social media ermöglichen communities, bei denen der regionale Kontext nur noch von untergeordneter Bedeutung ist. Technischer Fortschritt führt zur Globalisierung von Handeln und Denken; so werden Rohstoffe auf globalen Märkten gehandelt, die Produktion von Gütern wird weltweit organisiert, Informationen werden global ausgetauscht und Bildungsangebote aus anderen Kulturkreisen genutzt. Kommunikation zwischen Individuen und/oder Institutionen erfolgt in Echt-Zeit.

Im Zentrum nahezu aller Ansätze zur Verbesserung der menschlichen Lebensbedingungen steht die „Energiefrage“. Die Techniken zur Energiewandlung sind seit langem bekannt und gründlich erforscht; ähnliches gilt für die Erschließung und Nutzung von Energiequellen. Seit einiger Zeit geht es daher verstärkt darum, die Rahmenbedingungen für den Einsatz von Technik und damit die Technik selbst zu gestalten. In vielen Bereichen prägt Systemdesign zunehmend technologische Entwicklung. Waren komplette Systemwechsel bisher wegen des gebundenen Kapitalstocks eher die Ausnahme, wird dies durch die Energiewende nun forciert. Ausgehend vom Paradigma, dass heutige Systeme zur Energieversorgung nicht nachhaltig sind, wird nun darüber gestritten, wie eine nachhaltige Energieversorgung denn aussehen könnte. Interessante Ansätze dafür gibt es sowohl auf globaler als auch auf nationaler Ebene. Viele lokale und regionale Initiativen betreiben die Veränderung von unten.

Nexus

In Anbetracht ihrer hochgradig sektoralen Vernetzung hat sich die isolierte Betrachtung einzelner Sektoren, wie z.B. des Energiesektors, inzwischen als unzureichend erwiesen, da die Interdependenzen zu stark sind. Darüber hinaus ist es erforderlich, hierarchische Aspekte zu berücksichtigen. Lokale Lösungen müssen zum großen Ganzen beitragen, umgekehrt sollten globale Konzepte lokale Entwicklung nicht nur ermöglichen, sondern auch stimulieren. Diese Sicht relativiert den Fokus auf Energie etwas und erfordert neue Ansätze in der Systemanalyse. Kennzeichnend für die gegenwärtige Problemlage sind Systeme mit großer Dynamik und Spannweite. Dies führt zu Konflikten zwischen Wissenschaft und Politik. Während politische Entscheidungsträger einen steigenden Problem- und Entscheidungsdruck verspüren, benötigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Anbetracht der Komplexität der zu beantwortenden Fragen Zeit. Dieses Dilemma lässt sich nur in enger Kooperation auflösen. Eine übergeordnete Frage besteht darin, welche Strukturen erforderlich sind, um gesellschaftliche Entscheidungsprozesse möglichst frühzeitig mit wissenschaftlich basierendem Orientierungswissen zu unterstützen.

Transformation von Systemen

Ungeachtet des rasanten Fortschritts in vielen Bereichen treten die Schattenseiten einer von überwiegend naturwissenschaftlich-technologisch geprägter Entwicklung hervor: Menschen fühlen sich in ihrer Selbstbestimmung beeinträchtigt, Umweltveränderungen und Klimawandel schränken die Lebensbedingungen ein, einzelne Gruppen und Regionen verlieren den Anschluss. Die Perspektiven sind zum Teil besorgniserregend. Alternativen, die auf dem Nexus-Ansatz aufbauen, werden diskutiert.

Ein Versuch, dieser Problematik zu begegnen, besteht darin, menschliche, wirtschaftliche und kulturelle Entwicklung in großem Maßstab zu steuern. Naturwissenschaftlich-technisch basierte Konzepte wie Geoengineering werden in diesem Zusammenhang diskutiert; auch ein global angelegter Klimaschutz tendiert in diese Richtung, große natürliche Systeme aus einer top-down Perspektive zu „managen“. Ein weiterer Grund dafür, sich auf ein globales Management einzulassen, wird darin gesehen, sich gegen Krisen mit ihren negativen Auswirkungen zu schützen. Kritiker halten diese Ansätze wegen prinzipiell bestehender Unsicherheiten für riskant und politisch für fragwürdig. Sie empfehlen eine grundsätzliche Neuorientierung globaler und nationaler Politiken, die stärker als bisher vom Menschen und seinen Bedürfnissen ausgeht sowie die Endlichkeit des Systems Erde viel stärker antizipiert.

In Deutschland läuft die Debatte über die Zukunftsfähigkeit seit vielen Jahren. Die diversen Enquete-Kommissionen des Deutschen Bundestages geben einen Eindruck davon, wie sich die thematischen Schwerpunkte in den zurückliegenden Jahren gewandelt haben. Zuletzt ging es darum, alternative Wohlstandsmodelle bezüglich ihrer Bedeutung für politische Gestaltungsprozesse zu bewerten. Deutschland hat sich bereits sehr früh im Prozess um nachhaltige Entwicklung und beim Klimaschutz positioniert. Einher ging damit der Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie sowie zum Vorrang erneuerbarer Energien und zu möglichst hoher Energieeffizienz im gesamten System. Die Ursprünge dieser Energiewende reichen mehr als 40 Jahre zurück, ihre Ziele mehr als 40 Jahre in die Zukunft. Bemerkenswert ist auch der Versuch, das politisch gewollte Vorhaben ethisch abzusichern. Auch wenn diese Transformation mit vielen Unsicherheiten und Risiken verbunden ist, so stellt die Energiewende inzwischen ein weltweit wahrgenommenes Symbol dafür dar, wie eine Gesellschaft auf die eingangs genannten Bedrohungen konkret reagiert und sich die zukünftige Entwicklung ihres Energiesektors vorstellt. Alle an dieser Transformation beteiligten Akteure stimmen darin überein, dass Innovation durch Forschung eine grundlegende Voraussetzung dafür darstellt, diesen Strukturwandel erfolgreich zu bestehen. Einzelne Bundesländer wie z.B. Nordrhein-Westfalen formulieren eigene Programme, um die Energiewende zu flankieren. Mit neuen Instrumenten wie z.B. Virtuellen Instituten (vgl. S. 30) werden innovative Kooperationsformen implementiert, um problem- und politikrelevante Expertise zu bündeln.

Wenn Transformation so etwas wie gesellschaftlich-politisch koordinierte Innovation bedeutet, dann bleibt die Frage, wo die Grenzlinie zwischen einer deterministisch top-down geplanten und einer chaotisch offenen Zukunft verläuft. Wie ein Blick auf die Vergangenheit zeigt, führt zu viel Planung in die Armut und zu wenig davon schnell ins Chaos.

„Technischer Fortschritt sollte vorrangig an seinem Beitrag zur gesellschaftlichen Entwicklung gemessen werden. Je stärker Menschen steuernd in technische oder gesellschaftliche Systeme eingreifen, desto genauer sollten sie sich vorab mit den potenziellen Folgen auseinandersetzen.“

Prof. Dr. Jürgen-Friedrich Hake
www.fz-juelich.de/iek



Systemansätze im Bereich der Industrie

Von Prof. Dr.-Ing. Görgo Deerberg, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT

Der Transformationsprozess für die Umsetzung der Energiewende umfasst auch eine Änderung der Rollen der Akteure im Energiesystem. Für die Wirtschaft als zentralem Akteur bedeutet der Transformationsprozess unter anderem den Wandel vom reinen Energiekonsumenten zu einem aktiven Partner im Energiesystem. Diese neue Rolle geht dabei über die des Prosumenten hinaus. Vielmehr wird z.B. die Industrie selbst zur wichtigen Regelgröße, die zur Steigerung der Effizienz und der Stabilität des gesamten Energiesystems beiträgt.

Die Neuordnung und stärkere Vernetzung von Produzenten und Konsumenten im Zuge der Energiewende führen zu einer neuen Regelung des gesamten Energiesystems auf Basis von Angebot und Nachfrage. Die sich hieraus ergebende Systemdynamik führt zu einer fortschreitenden Dezentralisierung und Flexibilisierung des Energiesystems. Die zunehmend volatile Bereitstellung der Energie orientiert sich dabei nicht mehr am Energiebedarf der Produktion, sondern die Industrie sucht und realisiert flexible Ansätze zur effizienten dynamischen Nutzung der zur Verfügung stehenden Energie. Diese energiebezogene Dynamisierung der Produktion ist auch aus ökonomischen Gründen zunehmend sinnvoll, wenn auch die Energiepreise in größeren Bändern volatil sind. Die Steigerung der Energieeffizienz sowie die konsequente Nutzung von Abwärme, CO₂ aus Abgasen und Reststoffen sind hierbei mittlerweile wichtige Faktoren – analog zur nachhaltigen Nutzung von Rohstoffen. Dies führt zukünftig voraussichtlich auch zu einer stärkeren Dezentralisierung, so dass an Orten produziert wird, an denen Energie wie z.B. Abwärme sinnvoll genutzt werden kann.

Die Optimierung der Prozesse in der Industrie erfolgt entsprechend zukünftig gleichermaßen mit Blick auf die Rohstoff- und Energiemärkte. Die Möglichkeiten zur Umsetzung dieser gekoppelten Optimierung von Produktionsprozessen ergeben sich mit der fortschreitenden Digitalisierung in den Wertschöpfungsnetzen, die derzeit neue Formen der Wertschöpfung im industriellen Umfeld ermöglichen. Die Produktionsprozesse werden durch die technische Entwicklung wesentlich flexibler und sind in der Lage entsprechend auf die volatile Bereitstellung von Energie zu reagieren.

Ein wesentlicher Ansatz bei dieser Entwicklung ist die Kooperation in den Wertschöpfungsnetzen. Denn trotz vieler Maßnahmen ist doch erkennbar, dass die nachhaltige Optimierung einzelner Systeme Grenzen hat. Es bietet

sich daher für die Unternehmen an, cross-industrielle Verbände zu bilden, die durch ihre Vielschichtigkeit auch bei stark heterogenen Verbänden neue, tragfähige Modelle für die Energienutzung und -erzeugung bilden können. Ein solcher cross-industrieller Verbund besitzt eine wesentlich größere Prozess-Flexibilität, wodurch sich auch für das Energiesystem neue Möglichkeiten der Regelung und Systemstabilisierung ergeben.

Der Einsatz chemischer Technologien für die Nutzung und ggf. Speicherung von Energie ist ein weiterer Optimierungsbaustein. Die wertschöpfende und umweltschonende Nutzung von CO₂ aus Abgasen ist ein Vorschlag. Hierzu bedarf es in der Regel nicht der Entwicklung neuer Technologien, sondern bekannte Technologien müssen an die neuen Strukturen angepasst werden. Mit Hilfe verfügbarer regenerativer Energie kann CO₂ für die wirtschaftliche Erzeugung von chemischen Basischemikalien, Energieträgern oder Treibstoffen genutzt werden. Größere Verbände bieten hierbei wesentliche Vorteile gegenüber vielen denkbaren kleinen Lösungen. CO₂ kann hierdurch zum wesentlichen Rohstoff für die chemischen Prozesse werden, wodurch ein zusätzlicher Beitrag zum Klimaschutz erreicht wird.

Ausgehend von einem tieferen Systemverständnis bedarf es zur Hebung künftiger Wertschöpfungspotenziale in NRW der Definition von branchenbezogenen Transformationszielen und -strategien, branchenübergreifende Kooperationen zwischen den Akteuren und einer Nutzung energetischer und ökonomischer Synergieeffekte. Das Verständnis insbesondere zur Beherrschung der Systemdynamik ist für die Entwicklung und Unterstützung geeigneter systemischer Ansätze im Bereich der Wirtschaft und damit für das Gelingen des Transformationsprozesses unerlässlich. Auch wenn viele der hierfür erforderlichen Methoden und Technologien bekannt sind, so benötigt der Transformationsprozess unter anderem einem umfassenden Wissenstransfer, der von der breiten Forschungslandschaft in NRW mit der Wirtschaft zu leisten ist.

„Das Verständnis insbesondere zur Beherrschung der Systemdynamik ist für die Entwicklung und Unterstützung geeigneter systemischer Ansätze im Bereich der Wirtschaft und damit für das Gelingen des Transformationsprozesses unerlässlich.“

Prof. Dr.-Ing. Gorge Deerberg
www.umsicht.fraunhofer.de

Institutionelle Innovationen – Das Virtuelle Institut „Transformation – Energiewende NRW“

Von Dr. Steven Engler, Kulturwissenschaftliches Institut Essen, Dr. Daniel Vallentin und Katja Pietzner, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Das Virtuelle Institut „Transformation – Energiewende NRW“ befasst sich mit den sozio-ökonomischen und sozio-kulturellen Fragestellungen der Energiewende in Nordrhein-Westfalen und trägt zur erforderlichen wissenschaftlichen Flankierung dieses gesamtgesellschaftlichen Transformationsprozesses bei. Es bündelt systematisch und zielorientiert die Kompetenzen der in Nordrhein-Westfalen ansässigen und zu den nicht-technischen Fragestellungen der Energiewende tätigen Forschungsinstitute. Auf diese Weise trägt es der Notwendigkeit eines transformativen Forschungsansatzes für die Energiewende Rechnung. Denn Wissenschaft kann nicht nur Entwicklungsdynamiken beschreiben und Folgen abschätzen, sondern auch helfen, zukunftsfähige technologische und sozio-ökonomische Entwicklungspfade zur Umsetzung der Energiewende vorzudenken. Dies erfordert eine verstärkte Zusammenarbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen und eine zunehmende Kopplung wissenschaftlicher Prozesse mit der politischen und gesellschaftlichen Entscheidungsfindung. Das Virtuelle Institut hat vor diesem Hintergrund insbesondere das Ziel, bestehende Forschungslücken im Bereich der sozio-ökonomischen und sozio-kulturellen

Dimension der Energiewende zu identifizieren und durch Verbundprojekte der beteiligten Institutionen zu füllen (vgl. Abbildung 1). Technische Studien werden im Rahmen des Virtuellen Instituts nicht durchgeführt, jedoch als wichtige Wissensgrundlage für die Ableitung und Analyse sozio-ökonomischer und -kultureller Fragestellungen herangezogen.

Die Partner des Virtuellen Instituts umfassen nordrhein-westfälische Universitäten sowie (An-)Institute und Forschungseinrichtungen aus den unterschiedlichsten Wissenschaftsdisziplinen, die es benötigt, um die gesellschaftlichen, ökonomischen und kulturellen Implikationen der Energiewende adressieren zu können. Die folgenden wissenschaftlichen Einrichtungen gehören derzeit zu dem Partnernverbund des Virtuellen Instituts: Forschungsstelle Bürgerbeteiligung der Bergischen Universität Wuppertal, der Lehrstuhl Wirtschaftswissenschaften/ Energieökonomik der RWTH Aachen, das Forschungszentrum Jülich, das Energiewirtschaftliche Institut der Universität zu Köln, das Fraunhofer Institut UMSICHT in Oberhausen, die Sozialforschungsstelle der TU Dortmund sowie das Integrative Institut für Nachhaltige Entwicklung der Hochschule Bochum. Das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen sowie der Cluster EnergieForschung.NRW fördern und unterstützen das Virtuelle Institut. Die Koordination des Virtuellen Instituts „Transformation – Energiewende NRW“ erfolgt gemeinsam durch das Kulturwissenschaftliche Institut Essen (KWI) und das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (WI).

Die Arbeit dieses Virtuellen Instituts lässt sich in drei Themencluster strukturieren: „Governance & Partizipation“, „Mentalitäten & Verhaltensmuster“ sowie „Transformation industrieller Infrastrukturen“.

Governance & Partizipation

Die Energiewende kann nur mit und nicht gegen die Bürgergesellschaft in Nordrhein-Westfalen durchgesetzt werden. Dies erfordert eine konstruktive, ehrliche Dialogkultur und einen Vorrang faktenbasierter (offener) Diskussionen und Entscheidungen. Es bedarf insgesamt eines breiten gesellschaftspolitischen Diskurses über die richtigen Ziele und geeigneten Umsetzungspfade der Energiewende in Nordrhein-Westfalen. Zudem sind neue, intelligente Governance-Formen erforderlich und außerdem vielfältige Konzepte der Teilhabe am Umsetzungsprozess. Das Virtuelle Institut „Transformation – Energiewende NRW“ evaluiert bereits bestehende Ansätze zu

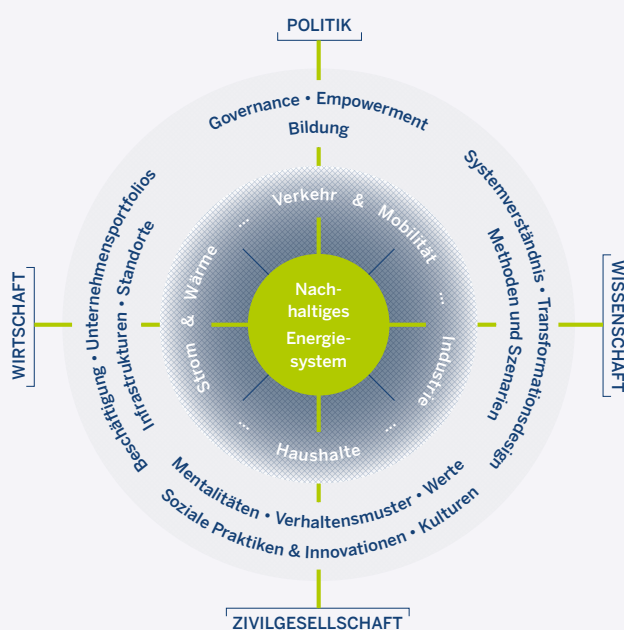


Abb. 1: Wesentliche Perspektiven und Anforderungen der Gesellschaft auf dem gemeinsamen Weg der Energiewende (Fischedick et al. 2014, 10)

Beteiligungsaktivitäten der Energiewende. Es erforscht zudem wichtige Prozesse und Voraussetzungen, die den Rahmen der Entstehung geeigneter partizipativer Instrumente bilden und gibt der Politik somit konkrete Anstöße zur Umsetzung einer neuen Bildungs-, Kommunikations- und Partizipationskultur.

Mentalitäten & Verhaltensmuster

Das Cluster Mentalitäten & Verhaltensmuster und das untergeordnete Projekt „Mentalitäten und Verhaltensmuster im Kontext der Energiewende in NRW“ greifen das weitverbreitete und auch in Nordrhein-Westfalen beobachtbare Phänomen auf, dass das energiebezogene Verhalten der Bürgerinnen und Bürger im Alltag häufig nicht ihren Einstellungen in Bezug auf Umwelt- und Klimaschutz sowie Energiekonsum entspricht (Kluft zwischen Wissen und Handeln) sowie technische Energieeinsparpotentiale ungenutzt lässt. Ziel ist es, mittels einer systematischen Erforschung der in NRW existierenden ressourcen- und energiebezogenen Mentalitäten, Verhaltensmuster und sozialen Praktiken Möglichkeiten aufzuzeigen, dieser Problematik mit politischen Maßnahmen angemessen zu begegnen. Zentrale Bausteine der Erarbeitung stellen dabei das „Systemverständnis“, die „Visionierung“ und die „Transformation“ dar, die sich durch unterschiedliche zeitliche Perspektiven ihrer jeweiligen Problemstellungen wechselseitig ergänzen.

Transformation Industrieller Infrastrukturen

Das Cluster „Transformation Industrieller Infrastrukturen“ setzt an den in NRW bestehenden industriellen Infrastrukturen und Kompetenzen an und untersucht, wie einerseits die nordrhein-westfälische Industrie den Transformationsprozess zu einem klimaverträglichen Energiesystem Nutzen bringend gestalten und prägen kann und wie andererseits die Veränderung des Energiesystems hin zu einem stärker dezentralisierten System die Infrastrukturen des Landes beeinflusst. Das Cluster befasst sich vor diesem Hintergrund sowohl mit den makroökonomischen Auswirkungen der Energiewende auf die nordrhein-westfälische Wirtschaft, analysiert aber auch, wie sich veränderte Energieversorgungsstrukturen auf die industrielle Wertschöpfung und Perspektiven ausgewählter nordrhein-westfälischer Regionen und Unternehmen auswirken.

Die Themen werden derzeit gemeinsam von den Verbundpartnern in Form konkreter Forschungsprojekte bearbeitet. Erste tiefgehende wissenschaftliche Erkenntnisse sind im Jahr 2016 zu erwarten. Informationen, Hintergründe sowie weiterführende Informationen zu den Projekten und Verbundpartnern werden auf der Homepage des Virtuellen Instituts bereitgestellt.



Abb. 2: Das Konsortium des Virtuellen Instituts (Fischedick et al. 2014, 11)



VIRTUELLES INSTITUT
TRANSFORMATION
ENERGIEWENDE^{NRW} www.vi-transformation.de



„Als Koordinatoren-Team des Virtuellen Instituts „Transformation – Energiewende NRW“ bündeln wir die Ergebnisse der einzelnen Verbundvorhaben und unterstützen die Zusammenarbeit der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den verschiedenen Disziplinen. An der Schnittstelle zu Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft sorgen wir für die Übersetzung und Kopplung der wissenschaftlichen Prozesse mit den unterschiedlichsten Ebenen der Entscheidungsfindungen nicht-wissenschaftlicher Akteure.“

Dr. Steven Engler, www.kulturwissenschaften.de,
Dr. Daniel Vallentin und Katja Pietzner,
www.wupperinst.org

Cluster EnergieForschung.NRW

Völklinger Straße 4 (rwi4)
40219 Düsseldorf
www.cef.nrw.de

**Ministerium für Innovation,
Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen**

Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf
www.wissenschaft.nrw.de

Gestaltung:

Wiedemeier Kommunikation GmbH

Bildnachweis:

Fotolia (Titel), Ralf-Uwe Limbach (S. 26), Frank Wiedemeier (S. 8, 13, 14, 16, 19, 20, 24),
Fraunhofer UMSICHT/Ilka Drnovsek (S. 28), privat (S. 7, 10, 22, 31)

Exzellenz NRW

Exzellenz NRW steht für die Clusterstrategie am Wirtschafts- und Innovationsstandort Nordrhein-Westfalen. Die Landesregierung will Stärken stärken und die Exzellenzen in Nordrhein-Westfalen systematisch ausbauen. Ziel der Clusterpolitik ist es, ein günstiges Umfeld für Innovationen zu schaffen, das die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft stärkt und Wachstum und Beschäftigung stimuliert. Mehr zur Clusterstrategie des Landes und den 16 Clustern in Nordrhein Westfalen finden Sie unter www.exzellenz.nrw.de.

©EnergieAgentur.NRW/EA412



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Gefördert durch:

Ministerium für Innovation,
Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen

