

Impactanalyse der Energiewende

Bei der Energiewende handelt es sich um einen komplexen Transformationsprozess, der nicht allein aus der nationalen Perspektive betrachtet werden kann. Er ist nicht vollständig unabhängig, sondern in einen Mehr-Ebenen-Prozess eingebunden. Es gilt entsprechend sowohl lokale als auch regionale, nationale, europäische und auch die internationalen Energiewendeprozesse und zugehörigen Rahmenbedingungen zu diskutieren und zu beachten. Es gilt aber auch, über den eigentlichen Energiebereich hinausgehende Trends in ihren Wechselwirkungen mit dem Energiesystem zu identifizieren und zu analysieren.

Mit der Energiewende wird zudem eine Zielvielfalt angesprochen. Es geht über das Erreichen von Klimaschutzziele hinaus um eine größere Vielfalt von gesellschaftlich-politischen Zielen. Der Transformationsprozess hat keine eindimensionale Zielorientierung, sondern muss in einer mehrdimensionalen Betrachtung analysiert werden.

Eine erfolgreiche Umsetzung der Transformationsherausforderungen im Kontext der Energiewende erfordert schließlich eine umfassende Impact- bzw. Auswirkungsanalyse und, idealerweise als Reaktion darauf, eine Anpassung der politischen Rahmenbedingungen. Was nützt die beste Impactanalyse, das Wissen über die potenziellen Auswirkungen von Veränderungsprozessen, wenn sie keine Wirkung hat? Insofern brauchen wir eine „reflexive governance“, also eine Reflexion der politischen Steuerungsinstrumente auf das, was man mit Auswirkungsanalysen gelernt hat und den entsprechenden Mut, Anpassungen auch vorzunehmen.

Dabei ist auch und gerade die unabhängige Wissenschaft stark gefordert. Es geht dabei darum, sich nicht nur mit der „großen“ Linie der Energiewende auseinanderzusetzen, sondern auch mit einzelnen Politikelementen und ihrer Wirkung. Dies betrifft beispielsweise die Wirkung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes oder der Ausschreibungsmodelle, wie sie heute in der Umsetzung sind.

These 1: Die Energiewende ist ein Mehr-Ebenen-Prozess.

Komplexe Transformationsprozesse werden in der Transitionstheorie häufig mit dem Hilfsmittel der „Multi-Level-Perspective“ (Mehrebenenperspektive) analysiert. *Abbildung 1* zeigt die Energiewende als

Transformationsprozess, der sich in drei Ebenen einordnen lässt:

- sozio-technische Landschaft
- sozio-technisches Regime
- Nischeninnovationen

Ziel eines Transformationsprozesses ist es, vereinfacht ausgedrückt, dass ein sozio-technisches Regime, in diesem Fall das Energiesystem, von einem Zustand A in einen Zustand B transformiert werden soll. Das sozio-technische Regime konstituiert sich in diesem Fall u. a. durch Energietechnologien, durch den Markt und den diesen bestimmenden politischen Rahmen, durch Infrastrukturen und durch die zentralen Akteure (Zivilgesellschaft, Industrie, Wissenschaft etc.).

Innerhalb des Regimes wirken einerseits endogene Veränderungskräfte, die in die eine oder andere Richtung, manchmal auch gegeneinander, ausgerichtet sein können, die aber insgesamt einen Prozess innerhalb eines Systems selber voranbringen. Auf das Regime wirken aber andererseits auch exogene Veränderungskräfte, die aus den beiden anderen Ebenen resultieren. Die sozio-technische Landschaft, d.h. zentrale Zukunftstrends, die das Energiesystem nur bedingt selber beeinflussen kann, ist von zentraler Bedeutung für die Energieversorgung der Zukunft. Die Landschaft bestimmt letztlich mit, was im Energiesystem an Transformationsprozessen umgesetzt werden kann. Beispielhaft dafür sind demografische Veränderungsprozesse (z. B. alternde Gesellschaften, Migrationsbewegungen) zu nennen, aber auch verhaltensbedingte Veränderungen (z. B. Trend zu einer shared economy).

Darüber hinaus wirken Nischeninnovationen stark auf das sozio-technische Regime ein. Der Forschung kommt daher eine wichtige Rolle für den Transformationsprozess zu. Dabei gehen Impulse nicht nur von der Entwicklung neuer Technologien aus, sondern auch von sozialen Innovationen, d.h. vom neuen Geschäftsfeldern oder Beteiligungsmöglichkeiten. Erfolgreiche Innovationen entwickeln im Laufe der Zeit die notwendige Kraft, zentrale Veränderungsimpulse zu setzen und den Transformationsprozess in dem jeweiligen sozio-technischen Regime voranzubringen.

Es geht bei dieser Mehrebenenperspektive also um beides: die Landschaft besser zu verstehen und sich möglichst synergetisch an die Trends anzuhängen sowie über die Forschung Impulse für die Entwicklung von Innovationen zu leisten, die die Kraft haben, Systeme in die gewünschte Richtung zu verändern.



Wuppertal

Prof. Dr. Manfred Fischedick
manfred.fischedick@wupperinst.org

DBFZ

Stefan Majer
stefan.majer@dbfz.de

DLR

Marlene O'Sullivan
marlene.osullivan@dlr.de

Fraunhofer IWES

Dr. André Bisevic
andre.bisevic@iwes.fraunhofer.de

IZES

Eva Hauser
hauser@izes.de

UFZ

Dr. Paul Lehmann
paul.lehmann@ufz.de

ZSW

Maike Schmidt
maike.schmidt@zsw-bw.de

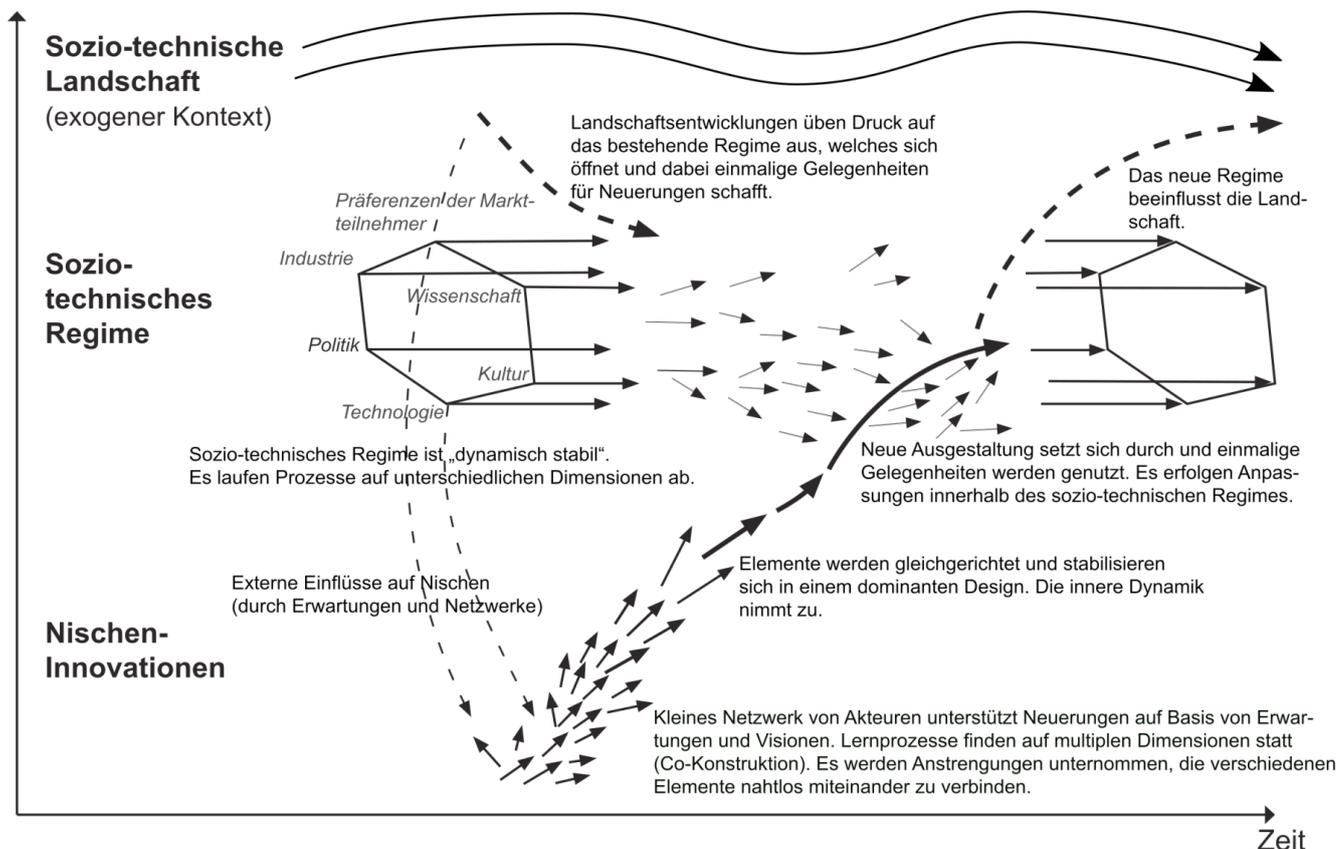


Abbildung 1
Energiewende als Mehr-Ebenen-Prozess
(nach Geels et al 2004)

Was sind die aus heutiger Sicht relevanten Trends? Das Zukunftsinstitut hat insgesamt zwölf Trends identifiziert, die zum Teil große Wechselwirkungen mit der Energiewende haben. **Abbildung 2** zeigt Zukunftstrends als Einflussgrößen der sozio-technischen Landschaft und damit auch der Energiewende.

- Es geht u. a. um den globalen Trend der Urbanisierung: Wie versorgt man die Megastädte der Welt in Zukunft mit Energie?
- Es geht um Ansätze der Neo-Ökologie: Wie verhalten sich die Konsumenten in der Zukunft? Was sind ihre Präferenzen und welche Rolle spielen ökologische Fragestellungen für sie?
- Silver Society: In wie weit haben ältere Menschen andere Konsumvorstellungen und andere Bedürfnisse als junge Menschen? In wie weit sind sie noch willens langfristige Investitionsentscheidungen zu treffen (z. B. in die Gebäudesanierung)?
- Weiterhin geht es um sich ändernde Mobilitätsbedürfnisse, um Sicherheitsaspekte, um den Umgang mit „Big Data“.
- Ein weiteres Beispiel ist der Trend zur immer stärkeren Vernetzung, hierzu gehört u. a. auch das Thema Industrie 4.0. Es wird zukünftig unabhängig vom Fortgang der Energiewende eine stärkere Vernetzung und intelligentere Aufstellung von Industrieprozessen geben. Hieraus resultieren ver-

schiedenste Wechselwirkungen mit dem Energiesystem, respektive mit den Umsetzungsmöglichkeiten der Energiewende, die wir noch nicht im Detail verstanden haben. Bereits die Definition von „Industrie 4.0“ ist unklar und insofern problematisch. Was sind die Auswirkungen von Industrie 4.0 bezogen auf den direkten oder indirekten Energieeinsatz? Führt Industrie 4.0 zu direkten oder indirekten Energieeinsparungen (via Materialeffizienz)? Führt Industrie 4.0 zu regionalen Produktionsstrukturen und damit geringeren Transportleistungen?

All diese Zukunftstrends bestimmen mit, was wir im Energiesystem umsetzen können.

These 2: Die Energiewendeziele sind im größeren Kontext gesellschaftlicher Ziele zu sehen.

Im Energiekonzept der Bundesregierung finden sich die Meilensteine für den Ausbau erneuerbarer Energien und Ziele für die Minderung der Treibhausgasemissionen. Es finden sich aber auch Ziele, wie die Versorgungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie. Deutschland hat sich auch zu den UN-Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals, SDGs)

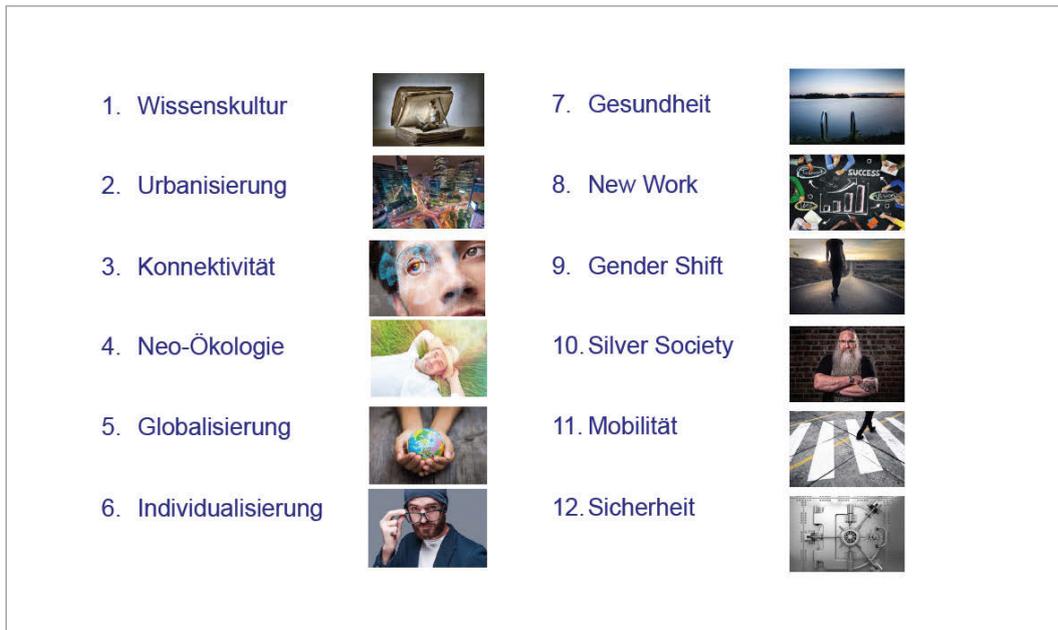


Abbildung 2
Zukunftstrends
 als Einflussgrößen der
 Energiewende
 (nach Zukunftsinstitut 2016)

der Agenda 2030 verpflichtet, die im September 2015 in New York von der Staatengemeinschaft verabschiedet wurden. Die SDGs adressieren zentrale Grundbedürfnisse der Menschheit, wie z. B. nach einer sinnvollen, gesunden Ernährung sowie nach hinreichender Trinkwasserverfügbarkeit. Es geht aber auch um Infrastrukturfragen, explizit auch um adäquate und bedarfsorientierte Energieinfrastrukturen. Insgesamt sind 17 Ziele definiert worden, die allesamt in Wechselwirkung stehen mit dem Energiesystem und somit mit der Energiewende. Diese 17 Ziele hat die UN durch 169 Indikatoren hinterlegt. Die Indikatoren ermöglichen eine Operationalisierung der Diskussion über die Wechselwirkungen zwischen der Erfüllung der Ziele der Energiewende und den Nachhaltigkeitszielen. Eine eindimensionale Zielorientierung ist also nicht zulässig.

These 3:
 Die Umsetzung der Energiewende erfordert eine umfassende Impactanalyse, eine umfassende Auswirkungsanalyse und als Reaktion darauf eine reflektive Politikgestaltung.

Die tatsächlichen Veränderungsprozesse der Energiewende beobachtet unter anderem eine unabhängige Sachverständigenkommission der Bundesregierung sowie die Bundesregierung selbst mit einem kontinuierlichen Monitoringprozess. Für den Monitoringbericht der Bundesregierung werden alljährlich eine Reihe von Indikatoren untersucht, an denen der Fortschritt der Energiewende gemessen wird. Dabei stehen nicht nur rein technische oder ökonomische

Aspekte im Fokus. Im Blickfeld des Monitoringprozesses stehen eine ganze Reihe von Indikatoren, wie z. B. für Aspekte der Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit, faire Wettbewerbsbedingungen der deutschen Industrie im internationalen Kontext, Stabilität der Infrastrukturen. Die Energieforschung und die Innovationsdynamik spielen ebenso eine Rolle wie die Themen Innovationsdynamik, Wachstumsprozesse und Beschäftigungseffekte im Kontext der Energiewende. Im Folgenden sind anhand ausgewählter Indikatoren einige beispielhafte Ergebnisse des Monitoringprozesses aufgeführt:

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung des Anteils der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien, der von etwas mehr als 10% im Jahr 2006 auf ca. 32% in 2015 angestiegen ist. In der gleichen Zeit hat sich die Netzstabilität – die in der Abbildung durch den so genannten System Average Interruption Duration Index als ein potenzieller Indikator dargestellt wird – deutlich verbessert. Der Index beschreibt die mittlere Ausfallzeit im Stromsystem, die von etwas mehr als 20 Minuten auf ca. 12 Minuten gesunken ist. Viele Maßnahmen, die in der Zwischenzeit im Stromnetz umgesetzt worden sind, haben dies ermöglicht. Offensichtlich sind demnach Befürchtungen eines Zusammenbruchs des Stromsystems bisher unbegründet. Allerdings bedeutet dies nicht, dass zukünftig keine weiteren Schutzmaßnahmen notwendig wären, sondern dass weitere innovative Entwicklungen erforderlich sind, um die Systemstabilität bei wachsenden Anteilen erneuerbarer Energien dauerhaft zu gewährleisten.

Abbildung 3

Monitoring der Energiewende (1):
Netzstabilität und Ökostrom-Anteil:
Entwicklung seit 2006

Quelle: BMWi 2015

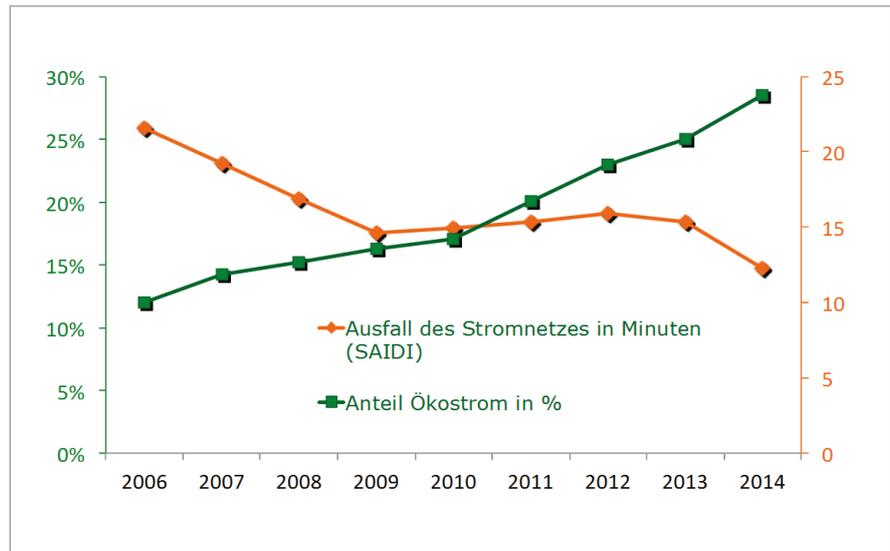
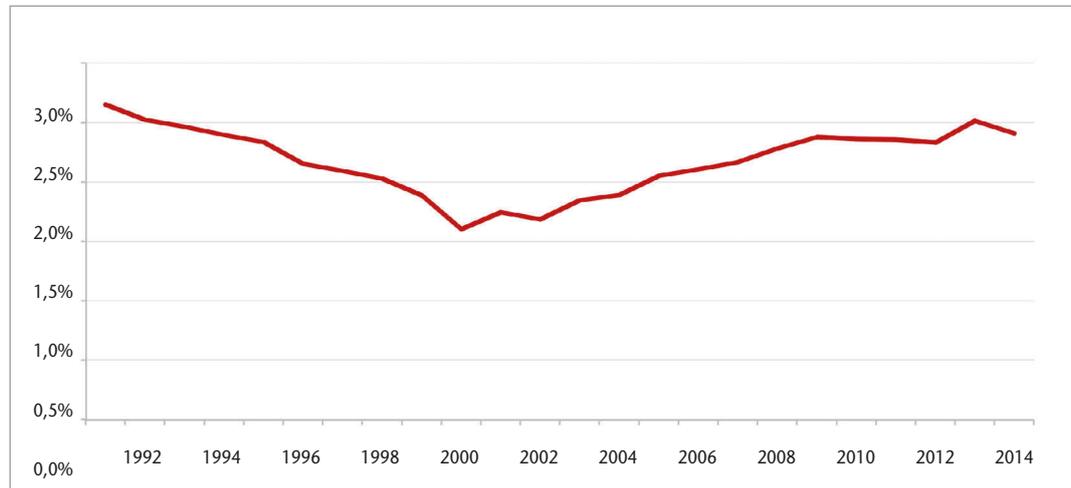


Abbildung 4

Monitoring der Energiewende (2):
Letztverbraucher-
ausgaben für
Elektrizität:
Anteil der Letztver-
braucherausgaben für
Elektrizität am Brutto-
inlandsprodukt

Quelle: Sachverständigenkommission Monitoring 2015



Ein ökonomischer Indikator, der regelmäßig von der Sachverständigenkommission gemessen wird, um die Debatte der Kostenbelastung der Energiewende solider und objektiver zu fassen, ist der sogenannte Anteil der Letztverbraucher-
ausgaben für Elektrizität am Bruttoinlandsprodukt (Abbildung 4).

In der Bevölkerung – aber auch der Politik – ist die Auffassung weit verbreitet, dass die Energiekosten sich deutlich erhöht hätten. Setzt man aber beispielsweise die Stromkosten in Beziehung zum Bruttoinlandsprodukt, sieht man, dass es zwar zu Beginn des letzten Jahrzehnts (im Wesentlichen als Folge der Liberalisierung der Strommärkte Ende der 1990er Jahre) eine Delle nach unten gegeben hat, jedoch unterscheidet sich die Kostenbelastung der Letztverbraucher heute nicht deutlich von den 1990er Jahren.

Ein weiteres interessantes Ergebnis der Sachverständigenkommission betrifft die Energiestückkosten für das produzierende Gewerbe:

Abbildung 5 zeigt links die Entwicklung in Deutschland in Bezug auf den Energieanteil an den Stückkosten, die 1995 je nach Branche zwischen fast 10% und ca. 20% lagen. Die Tendenz ist mit leichten Schwankungen in allen Branchen leicht steigend über die letzten 15–20 Jahre. Spiegelbildlich dazu zeigt Abbildung 5 auf der rechten Seite die Entwicklung in der Europäischen Union. Es fällt auf, dass die Kurven für die EU einerseits allesamt etwas höher liegen und dass der Anstieg in vielen Bereichen deutlicher ist. Anders ausgedrückt: die Energiekosten scheinen in Europa eine höhere Bedeutung zu haben als in Deutschland. Besonders bedeutsam ist aber, dass die Steigerungsraten der Kurven auf der europäischen Ebene deutlich größer sind als in Deutschland. Dies ist eine wichtige Erkenntnis, die man im Hinterkopf haben sollte, wenn man über die Umsetzung der Energiewende und ihren Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes diskutiert.

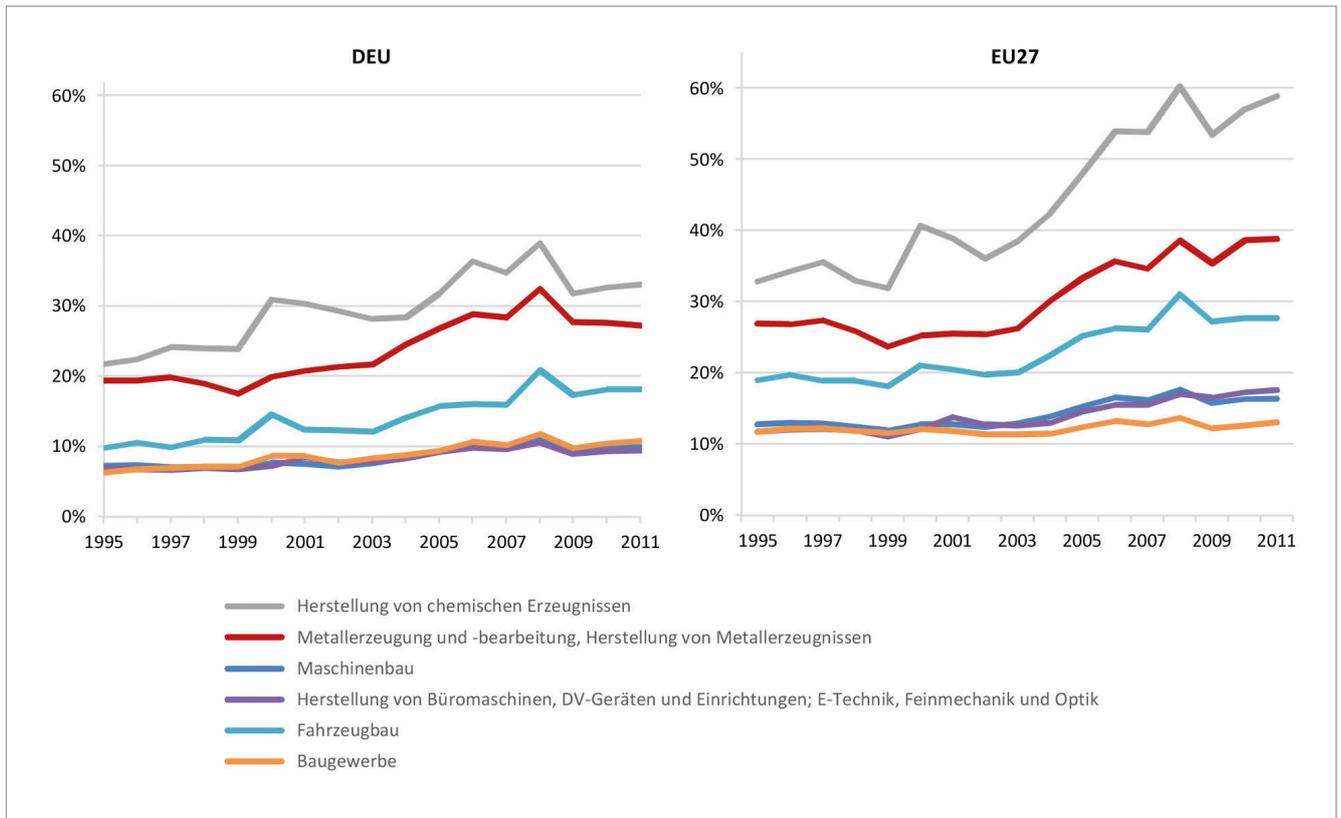


Abbildung 5

Monitoring der Energiewende (3):
 Entwicklung der Energiestückkosten für das produzierende Gewerbe

Quelle: Sachverständigenkommission Monitoring 2015

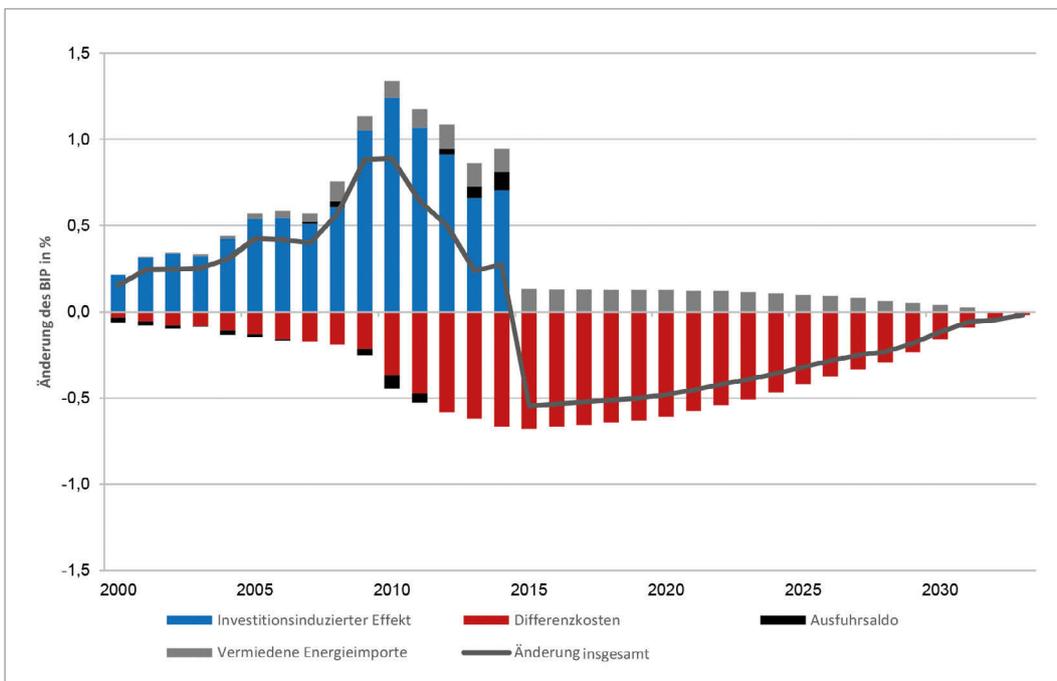


Abbildung 6

Monitoring der Energiewende (4):
 Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen der errichteten EEG-Anlagen bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt

Quelle: Sachverständigenkommission Monitoring 2015

Ein weiteres Beispiel im Kontext der Monitoringberichte sind die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der errichteten EEG-Anlagen im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt (Abbildung 6).

Es wird deutlich, dass verschiedene Effekte unterschiedlich betrachtet werden müssen. Zum einen sind dies die Investitionen für die Installation der erneuerbaren Energieanlagen, die aber nur eine einmalige Wirkung haben. Eine Anlage wird in einem begrenzt-

ten Zeitraum hergestellt, respektive aufgebaut. Die Beschäftigungswirkung, die damit verbunden ist, entsteht im Wesentlichen in diesem Jahr (blaue Balken in der Abbildung), während die EEG-Kosten (rote Balken) über 20 Jahre anfallen. Derzeit dominieren die blauen Balkenbestandteile, wir haben damit aktuell einen Nettopositiveneffekt. Zukünftig wird sich dies aufgrund der unterschiedlichen Zeitkonstanten verändern. Inwieweit es zu einem insgesamt negativen Gesamteffekt kommen könnte, hängt nicht zuletzt davon ab, welche Investitionsdynamik induziert werden kann, die ggf. die Differenzkosten (rot) kompensieren kann.

Ein weiterer Indikator für die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien ist die Beschäftigungswirkung, die in *Abbildung 7* in der zeitlichen Entwicklung dargestellt ist.

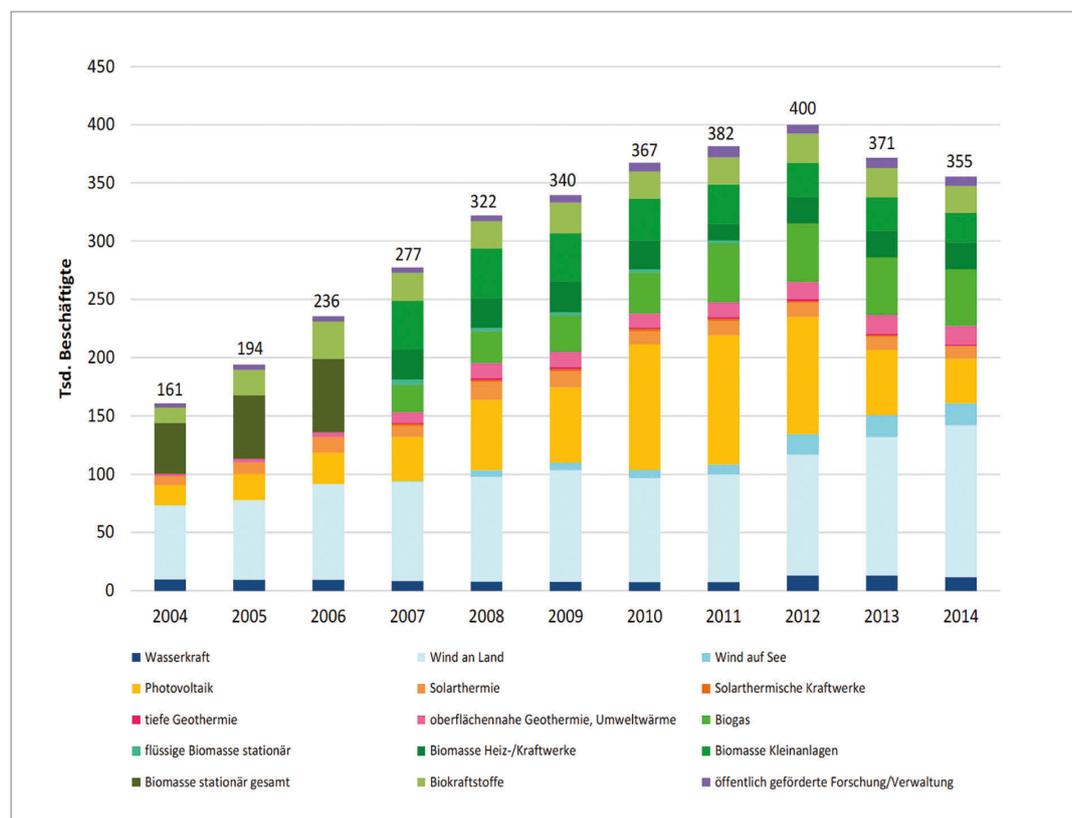
Die zunehmende Konkurrenz auf dem Weltmarkt im Photovoltaik-Bereich hat den bis 2012 fast durchgängigen linearen Anstieg der Beschäftigtenzahlen beendet und vor allem den PV-Herstellern in Deutschland Probleme bereitet. Dennoch sind in den letzten Jahren im Bereich der erneuerbaren Energien 350.000 Jobs entstanden. Das ist etwa Faktor 10 mehr als im Bereich der Kohleindustrie in Deutschland heute beschäftigt sind. 60% der Beschäftigten finden sich im Anlagenbau, ungefähr 40% sind mit Wartung und

Betrieb beschäftigt. Beschäftigungseffekte entstehen damit nicht nur einmalig in Folge der Installation der Anlagen, sondern sind längerfristig mit dem Betrieb der Anlagen verbunden. Ein zunehmender Anteil von Jobs ist direkt auf den Exportmarkt zurückzuführen. Das aktuelle Investitionsvolumen der Exporte liegt in der Größenordnung von 10 Milliarden Euro.

Das Umweltforschungszentrum (UFZ) hat sich mit der verteilungspolitischen Wirkung der Energiewende auseinandergesetzt. Danach verschärft die Förderung erneuerbarer Energien über die EEG-Umlage bestehende Probleme hinsichtlich der Erschwinglichkeit von Strom in Deutschland nur in geringem Umfang.

Wie *Tabelle 1* zeigt, unterscheidet sich der Prozentsatz der Haushalte, für die die Stromrechnung unerschwinglich ist, mit und ohne Berücksichtigung der EEG-Umlage nicht signifikant voneinander. Das EEG führt also nicht zwingend dazu, dass die sogenannte Energiearmut der Haushalte in Deutschland sich substantiell erhöht. Unabhängig davon stellt sich die Frage, mit welchen Politikinstrumenten den betroffenen Haushalten geholfen werden kann. Dabei geht es nicht nur um Anpassungen der Sozialleistungen, sondern vor allem auch darum, über gezielte Energieeffizienzprogramme Abhilfe zu schaffen.

Abbildung 7
Monitoring der Energiewende (5):
Entwicklung der Beschäftigtenzahlen im Bereich der erneuerbaren Energien seit 2004
(Zahlen vom DLR)



	CAR	PAR	RIA	LIHC
Strompreis mit EEG-Umlage	6,13 %	8,13 %	7,57 %	8,13 %
Strompreis ohne EEG-Umlage	5,89 %	7,58 %	7,07 %	7,58 %

Tabelle 1
Einfluss des EEG
auf die Erschwinglichkeit von Strom

Von Unerschwinglichkeit betroffene Haushalte mit und ohne EEG-Umlage als Strompreisbestandteil, nach verschiedenen Erschwinglichkeitsindikatoren

Impactanalyse für angekündigte Politikmaßnahmen

Neben der Analyse der Auswirkungen der Energiewende insgesamt ist auch die Bewertung der Effizienz einzelner Politikmaßnahmen für die erfolgreiche Umsetzung und Steuerung des Transformationsprozesses von besonderer Bedeutung. Von Interesse ist dabei auch bereits, inwiefern sich allein schon bloße Ankündigungen von Veränderungen bei den Politikmaßnahmen auf das Verhalten der Akteure auswirken. Empirisch zeigt sich sehr deutlich, dass Veränderungen in den Förderregimen – respektive deren Ankündigungen – in der Vergangenheit sehr direkte und schnelle Auswirkungen auf das unternehmerische Handeln nach sich gezogen haben. Dies gilt insbesondere für die verschiedenen Anpassungsrunden beim EEG. Bei zu erwartenden Verbesserungen von Förderbedingungen konnte eine Verzögerung von Projekten beobachtet werden (bspw. Biogas). Die Ankündigung einer Verschlechterung der Förderbedingungen hingegen trug im Vorfeld regelmäßig zu einem enormen Anstieg der Ausbauraten bei (bspw. Photovoltaik, Wind). Negative Erfahrungen in Bezug auf die Verlässlichkeit von Förderregimen führten dagegen zu einer Neuorientierung in den Unternehmen (bspw. Aussetzen der MAP-Förderung 2010). Auch die Vorgabe konkreter politischer Ziele hat in Abhängigkeit der mit ihnen transportierten Glaubwürdigkeit einen Einfluss auf das Investitionsverhalten.

Untersuchungen ergeben zudem, dass langfristige Kapitalbindungen – wie z. B. Entscheidungen für den Aufbau von Produktionsstandorten – stark abhängig sind von den Potenzialen des Heimatmarktes und den ihn bestimmenden Rahmenbedingungen (bspw. Bedingungen für Fremdkapitalfinanzierung). Ausländische Investoren erwägen die Gründung neuer Produktionsstandorte den vorliegenden Erfahrungen folgend in der Regel nicht nur in Abhängigkeit der allgemeinen politischen und regulativen Rahmenbedingungen, sondern vor allem auch daran orientiert, ob die Potenziale eines Marktes eine gewisse Größe (kritische Masse) aufweisen.

Ein wichtiges Ergebnis der vorliegenden Analysen ist außerdem, dass das klare Bekenntnis aller politischen Fraktionen zur Energiewende einen zentralen Einfluss auf unternehmerische Entscheidungen hat. Nur so

konnte in den letzten Jahren erreicht werden, dass sich auch die traditionellen Energieunternehmen in Deutschland sukzessive neu orientiert haben und sich zunehmend auf erneuerbare Energien und Energiedienstleistungen konzentrieren.

Impactanalyse von Zukunftsszenarien

Beispiel Impactanalyse Klimaschutzplanprozess NRW
 Schließlich nehmen partizipative Elemente für die Umsetzung der Energiewende eine entscheidende Rolle ein. Mit der Einbindung von über 400 Stakeholdern sind beim Klimaschutzplanprozess Nordrhein-Westfalen im Rahmen einer zweieinhalbjährigen Diskussion zehn Szenarien entstanden, die Wege zur Erreichung der Klimaschutzziele des Landes aufzeigen. Die Akteure decken ein breites Spektrum ab und kommen aus Energiewirtschaft, Industrie, Gewerkschaften, Umwelt- und Verbraucherverbänden. Sie haben sehr darauf gedrungen, dass für jedes der zehn Szenarien jeweils eine umfassende Impactanalyse gemacht wird, um eine ganzheitliche Einschätzung der verschiedenen Pfade zu ermöglichen und die Expertise der verschiedenen Akteure einzubeziehen. *Abbildung 8* stellt die Indikatoren zusammen, die in der Analyse verwendet wurden:

Die Tabelle in *Abbildung 8* listet für 2030 und 2050 für die unterschiedlichen Szenarien auf, in welcher Weise mit Veränderungen gerechnet werden muss. In den Zeilen geben farbliche Kennzeichnungen Hinweise auf die Wirkungen:

- Grün markiert sind positive Wirkungen gegenüber einem Basisszenario.
- Blau markiert sind eher neutrale Entwicklungen gegenüber dem Business as usual Fall.
- Rot sind diejenigen Bereiche dargestellt, für die eher von negativen Veränderungen auf der Zeitachse im Rahmen der Umsetzung der Energiewende zu rechnen ist. Auf diese Indikatoren gilt es in besonderer Weise zu achten.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass die grünen Bestandteile überwiegen. Die Impactanalyse hat also ergeben, dass mit klimaschutzorientierten Entwicklungspfaden eine eher positive Wirkung in den meis-

ten Indikatoren verbunden ist. Nicht überraschend ist, dass bei den Netzkosten eher mit einem höheren Aufwand zu rechnen sein wird, da in erheblichem Umfang in Ertüchtigung und Erweiterung aber auch in neue Technologien zu investieren sein wird. Bei den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen waren sich

die unterschiedlichen Modelle, die für die Analyse zur Anwendung gekommen sind, nicht vollständig einig. Grundsätzlich bestätigen die Analysen für die Landesebene aber auch den bundesdeutschen Eindruck, dass die Ziele der Energiewende ohne gesamtwirtschaftliche Verwerfungen umgesetzt werden können.

Abbildung 8
Qualitative Ergebnisse der Impactanalyse im Rahmen des Klimaschutzplanprozesses NRW
 (Wuppertal Institut, Prognos 2015)

Szenarien	Szenarien des Klimaschutzplans										Basisszenarien	
	A	A1	A2	B	B1	B2	BCCS	C	C1	C2	0,6	1,2
	Szenario		Varianten		Szenario		Varianten		Szenario		Szenario	
Darstellung	—			—			—		
Stromerzeugung												
Ausbau EE SN = sehr niedrig; N = niedrig; H = hoch; 100% = 100% an der Stromerzeugung 2050	N		H		H	100%	N	H	N	100%	SN	SN
Stromnachfrage* ohne H ₂ -Anwendungen	Konstant			Konstant				Sinkend			Konstant	Leicht steigend
Industrie												
Wachstum	1,2%			1,2%				0,6%			0,6%	1,2%
Technologie	BAT			LC				LC			GT	
Einsatz H ₂ , in PJ 2050	-			140	280	140	200	280	-			
Gebäude												
Sanierungsrate	1,4%	0,7%	1,4%	2,0%	1,4%	2,0%	2,0%			0,7%		
THG-Einsparung NRW**												
1990-2020 (Ziel -25%)	-21%	-20%	-25%	-26%	-26%	-27%	-22%	-29%	-24%	-29%	-21%	-16%
1990-2050 (Ziel -80%)	-57%	-57%	-60%	-65%	-64%	-79%	-67%	-69%	-68%	-82%	-51%	-40%

2030 Impactbereich	Versorgungssicherheit		Importabhängigkeit	Umwelt	Gesundheit	Sozialverträglichkeit	Gesamtwirtschaft	Beschäftigung
	Systemstabilität	Netzkosten						
Szenario A								
Szenario A1								
Szenario A2								
Szenario B								
Szenario B1								
Szenario B2								
Szenario BCCS								
Szenario C								
Szenario C1								
Szenario C2								

2050 Impactbereich	Versorgungssicherheit		Importabhängigkeit	Umwelt	Gesundheit	Sozialverträglichkeit	Gesamtwirtschaft	Beschäftigung
	Systemstabilität	Netzkosten						
Szenario A								
Szenario A1								
Szenario A2								
Szenario B								
Szenario B1								
Szenario B2								
Szenario BCCS								
Szenario C								
Szenario C1								
Szenario C2								

■ = positive Wirkung gegenüber Basisentwicklung,
■ = neutral, vernachlässigbare Wirkung gegenüber Basisentwicklung,
■ = negative Wirkung gegenüber Basisentwicklung