

# Energiewende auf gutem Weg? Stand des Transformationsprozesses aus Sicht des FVEE



IZES  
Prof. Dr. Uwe Leprich  
leprich@izes.de

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

ZSW  
Prof. Dr. Frithjof Staiß  
frithjof.staiss@zsw-bw.de

## Charakter und Dimensionen der Energiewende

Ausgangspunkt einer Bewertung des Standes der Energiewende ist die Verständigung darüber, was sie konkret umfasst. Hier bietet sich die Zielmatrix des Energiekonzepts der Bundesregierung vom Herbst 2010 an, die allerdings um folgende Punkte zu erweitern ist:

- vollständiger Ausstieg aus der Atomenergie bis zum Jahr 2022
- Steigerung des Anteils der Kraft-Wärme-Kopplung an der gesamten Stromerzeugung bis 2020 auf 25%

Abbildung 1 fasst die aktualisierte Zielmatrix der Energiewende noch einmal zusammen.

Darüber hinaus ist es hilfreich, sich den zu Recht anspruchsvoll formulierten Charakter der Energiewende noch einmal vor Augen zu führen:

- Die Energiewende ist ein gesellschaftliches Projekt, nicht nur ein technisches oder ökonomisches.
- Es ist ein Generationenprojekt.
- Es ist ein ehrgeiziges Innovationsprojekt.
- Es erscheint geeignet, die starke Exportstellung Deutschlands in der Welt auch in Zukunft zu erhalten.
- Es erscheint geeignet, regionale und kommunale Wertschöpfung zu stärken und qualifizierte Arbeitsplätze zu sichern.

- Es ist ein stark mittelständisch geprägtes Projekt
- Es eröffnet vielfältige Partizipationsmöglichkeiten.
- Es ist ein konsens- und friedensstiftendes Projekt.

Schließlich müssen die vielen und sehr unterschiedlichen „Wende-Dimensionen“ des Projekts Energiewende berücksichtigt werden. Diese umfassen u. a. eine

- Klimaschutz-Wende
- Dezentralisierungs-Wende
- Importabhängigkeits-Wende
- Marktmacht-Wende
- Rendite-Wende
- Atom-Wende und Fossile-Energieträger-Wende
- Effizienz-Wende
- Infrastruktur-Wende
- Innovations-Wende
- Kommunikations- und Partizipations-Wende.

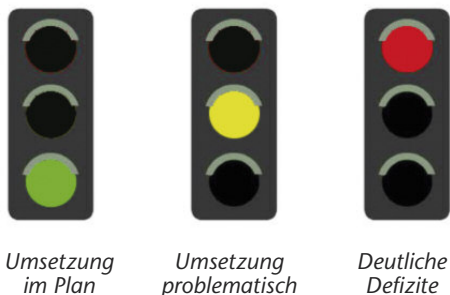
In diesem umfassenden Sinne handelt es sich bei der Energiewende um ein Projekt, das Umweltminister Altmaier zu Recht auf eine Stufe mit der deutschen Vereinigung Anfang der 90er-Jahre stellt.

Der FVEE will künftig regelmäßig auf seinen Jahrestagungen Erfolge und Defizite in den wesentlichen Energiesektoren zusammenstellen und Forschungsbedarfe identifizieren.

Abbildung 1  
Zielmatrix der Energiewende  
(Energiekonzept 2010 der Bundesregierung, eigene Darstellung)

	Klima	Erneuerbare Energien		Effizienz				
	Treibhausgase (vs. 1990)	Anteil Strom	Anteil gesamt	Primärenergie	Strom	Energie - produktivität	Verkehr	Gebäude - sanierung
2020	-40 %	35 %	18 %	-20 %	-10 %	steigern auf 2,1% /a	-10 %	Rate verdoppeln 1% -> 2% bis 2020
2030	-55 %	50 %	30 %	↓	↓		Minderung d. Wärmebedarfs um 20% bis 2050	
2040	-70 %	65 %	45 %	↓	↓			
2050	-80 - 95 %	80 %	60 %	-50 %	-25 %		Minderung PEV um 80%	

Mit einem Ampelsignal wird dabei der Umsetzungsstand in dem jeweiligen Sektor zusammenfassend bewertet.



Die Sektoren umfassen in Anlehnung an die Endenergie-/Nutzenergiebilanz neben der Stromerzeugung und dem Verkehrsbereich die Niedertemperaturwärme, insbesondere aus Feuerungsanlagen, sowie die industrielle Prozesswärme als Hochtemperaturwärme, wobei letztere auf Grund fehlender Ziele und Instrumentierungen aus der Betrachtung ausgeklammert werden soll.

Einen Überblick über die Größenordnung des CO<sub>2</sub>-Beitrages und damit zur Klimarelevanz des jeweiligen Sektors gibt *Abbildung 2*. Es zeigt sich, dass der Stromsektor den mit Abstand größten Beitrag liefert, wobei die Zuwachsraten des Verkehrssektors in den letzten Jahren nicht zu unterschätzen sind.

### Zwischenbilanz der Stromwende

Abgeleitet aus der Zielmatrix des Energiekonzepts bilden die folgenden drei Teilziele die Eckpfeiler der Entwicklung bis 2020:

- absolute Reduktion des Stromverbrauchs um 10 Prozent
- Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung von mindestens 35 Prozent
- Anteil der Stromerzeugung in Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung an der Stromerzeugung von mindestens 25 Prozent

Wenn das Reduktionsziel beim Stromverbrauch (-10 Prozent) nicht erreicht wird und der Stromverbrauch stattdessen konstant bleibt: Anhebung des Anteils Erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung bis 2020 auf 40 Prozent und des KWK-Ziels auf 28 Prozent.

Dadurch zeichnet sich immer stärker ab, dass die fluktuierenden erneuerbaren Energien (FEE) wie Wind und Solar sich zu den zentralen Säulen des neuen Stromsystems entwickeln und seine Rationalität prägen werden. Flankiert werden sie von sogenannten Must Run-Kapazitäten, die aus netztechnischen

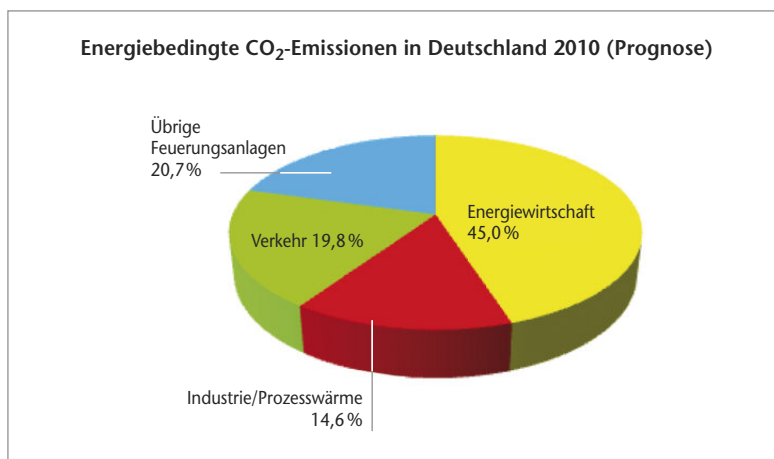


Abbildung 2  
Beitrag der einzelnen Sektoren zum energiebedingten CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Deutschland  
Quelle: UBA 2011

Gründen notwendig sind (u. a. für Spannungshaltung, Kurzschlussleistung, Aufrechterhaltung Systembilanz); sowie von Flexibilitätsoptionen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit. *Abbildung 3* fasst die Elemente des künftigen Stromsystems zusammen.

Die bisherigen Erfolge der Stromwende umfassen mindestens die folgenden Punkte:

- starker Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere Photovoltaik und Wind
- enorme Kostendegression bei der Photovoltaik
- Weichenstellungen für die Beschleunigung des Netzausbaus
- Verbesserung des KWK-Gesetzes und der Mikro-KWK-Förderung
- Weichenstellungen für den Ausbau von Offshore Wind
- Weichenstellungen in wichtigen Unternehmen wie z. B. Siemens, Bosch, RWE und E.ON

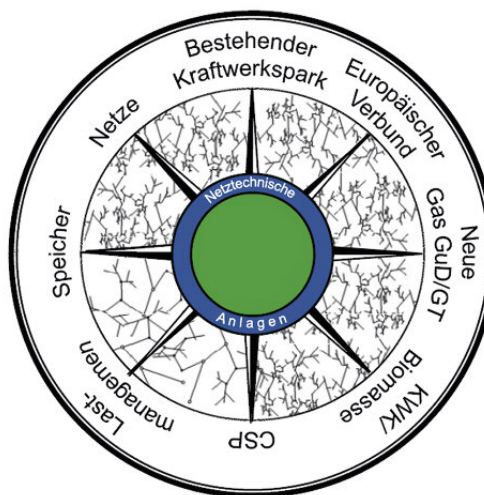


Abbildung 3  
Das künftige Stromsystem  
Quelle: IZES

Dem stehen folgende Defizite gegenüber:

- Hemmnisse beim Ausbau der Übertragungs- und Verteilnetze für Strom sind noch nicht vollständig aufgelöst
- Erschließung der Stromeffizienzpotenziale ist bislang ohne weitere Instrumentierung, daher wird das Reduktionsziel voraussichtlich nicht erreicht.
- Bislang keine Unterstützung der Kommunen bei der Koordination des Wärmesektors, weshalb die KWK-Zielerreichung fraglich bleibt.
- Bislang kaum Fortschritte bei der möglichen Flexibilitätsoption Concentrated Solar Power (CSP) („Desertec“)
- Akzeptanz ist durch Ungleichverteilung der Lasten gefährdet.

Insgesamt steht in den nächsten Jahren insbesondere folgender Forschungsbedarf an:

- „Systemdienliche“ Weiterentwicklung des EEG
- ergänzende Zahlungsströme für Kapazitätsvorhaltung im Rahmen eines neuen Systemdesigns
- Flexibilisierung der KWK an der Schnittstelle zwischen Strom- und Gasnetz
- Flexibilisierung der Biomasse-KWK-Anlagen
- neue technische Lösungen zur Kapazitätserweiterung bei den bestehenden Übertragungsnetzen
- Optionen für Langfristspeicher
- vernetzte Lösungen für die Regelenergiemärkte und die Stundenreserve

Daraus lässt sich folgende Zwischenbilanz für die Stromwende ziehen:

- Die wesentliche technische, instrumentelle und organisatorisch-institutionelle Herausforderung liegt in den nächsten Jahren darin, die fluktuierenden erneuerbaren Energien als prägende Systemsäulen durch geeignete Flexibilitätsoptionen zu flankieren.
- Die Flexibilisierung des Systems verlangt noch erhebliche Forschungsanstrengungen und neue Instrumentierungen; es sind aber bereits wesentliche Fortschritte erkennbar.
- Das „Stromwende-Glas“ ist mindestens halbvoll; die Entwicklung erscheint unumkehrbar.



### Zwischenbilanz der Wärmewende

Ebenfalls direkt oder indirekt abgeleitet aus der Zielmatrix des Energiekonzepts bilden die folgenden drei Teilziele die Eckpfeiler der Entwicklung des Wärmesektors bis 2020:

- absolute Reduktion des Wärmeverbrauchs um 20 Prozent; dabei Verdopplung der Sanierungsrate von 1 auf 2 Prozent pro Jahr

- Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung mindestens 14 Prozent
- Baustand für alle Neubauten: „Klimaneutralität“, d. h., es werden ab 2020 nur noch Null- und Plusenergiegebäude errichtet.

Die bisherigen Erfolge der Wärmewende umfassen mindestens die folgenden Punkte:

- Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und Marktanzreizprogramm (MAP) haben zu einer deutlichen Zunahme der erneuerbaren Energien im Wärmesektor geführt.
- Starker Ausbau von Wärmepumpen (Wohngebäude) und Fernwärme (Nichtwohngebäude)
- Solarthermie ist als zusätzliche Heizquelle stark nachgefragt.
- Im Neubau wird von vielen Bauherren eine Unterschreitung des Energieverbrauchs angestrebt.
- Fernwärme (aus hocheffizienter KWK, Abwärme oder EE) nimmt im Neubau bei Nichtwohngebäuden deutlich zu.
- Weichenstellung zum Ausbau von (Nah-)Wärmenetzen in Verbindung mit EE und KWK erfolgt.
- Verbesserung des KWK-Gesetzes und der Mikro-KWK-Förderung
- Evaluierung der Erfahrungen mit dem EEWärmeG und Vorlage eines entsprechenden Erfahrungsberichts
- Novellierung der EnEV und des Energieeinsparungsgesetzes für Neubauten (Inkrafttreten Anfang 2013): Umsetzung der novellierten EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
- Kabinettsbeschluss über das Mietrechtsänderungsgesetz mit dem Ziel der Erleichterung der energetischen Modernisierung vermieteter Gebäude (Einschränkung der Mietminderungsmöglichkeiten im Sanierungsfall)
- Erfassung des Wärmebereiches in zahlreichen kommunalen Klimaschutzkonzepten (>> 1.000)

Dem stehen folgende Defizite gegenüber:

- Anhaltende Diskussion über die Ausweitung der Unterstützung bei der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen zwischen Bund und Ländern (z. B. steuerliche Abzugsfähigkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen)
- Abgeschwächte Vorgaben für die Sanierung von öffentlichen Gebäuden im Rahmen der EU-Endenergieeffizienzrichtlinie
- Kontroverse Debatte über den Nettonutzen (Energieeinsparung, Kosteneinsparung) von Sanierungsmaßnahmen in Gebäuden und verschärften Anforderungen an Neubauten (im Rahmen der EnEV 2014 und 2016)

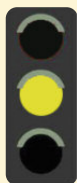
- Im Vergleich zur Stromerzeugung deutlich schwächerer Ausbau der erneuerbaren Energien im Wärmesektor
- Fehlende zielgruppenspezifische Finanzierungsinstrumente, die der Heterogenität des Gebäudesektors gerecht werden (weitreichende Unterschiede in der Gebäudeart, Sanierungszustand, Eigentümerstruktur, Heizungsmix etc.)

Insgesamt steht in den nächsten Jahren insbesondere folgender Forschungsbedarf auf der Tagesordnung:

- Erstellung von wissenschaftlichen Grundlagen für Nettobilanzen für die Sanierung von Gebäuden respektive die Formulierung von adäquaten Effizienzstandards im Neubau für die Bandbreite der relevanten Gebäudetypen in Deutschland
- Ganzheitliche Analyse der Wirkung von Wärmedämmmaßnahmen (unter Einbeziehung der vor- und nachgelagerten Prozesskette; inkl. Entsorgung und ggf. Weiterverwendung der Dämmmaterialien und Analyse besonders geeigneter Materialien)
- Konzeption, Initiierung und begleitende Umsetzung von innovativen (zielgruppenspezifischen) Finanzierungsoptionen
- Prüfung der Umsetzbarkeit eines haushaltsunabhängigen Umlagesystems (z. B. Aufschlag auf fossile Brennstoffe) zur Finanzierung/Förderung von Bestandsgebäuden
- Passivhaus-Maßnahmen für Gebäudesanierung: Erreichung eines Passivhaus-Standards zu bezahlbaren Preisen und ästhetisch annehmbaren Bedingungen (Dämmstärken)
- Weiterentwicklung hocheffizienter Wärmepumpen (z. B. in Kombination mit Solarthermie, Photovoltaik oder Speichern)
- Analyse der Wirkung eines zunehmenden Ausbaus von Wärmepumpen auf das Stromsystem und die dortigen Ziele

Daraus ergibt sich folgende Zwischenbilanz für die Wärmewende:

- Der Wärmewende fehlt trotz guter Ansatzpunkte noch die Dynamik der Stromwende.
- Allerdings strahlt die Stromwende immer stärker auf den Wärmebereich aus: durch den Ausbau der KWK, die starke Verbreitung elektrischer Wärmepumpen und Ansätze gemeinsamer Netzoptimierungen im Querverbund.
- Eine haushaltsunabhängige instrumentelle Unterstützung der Wärmewende würde neue Impulse zur schnelleren Verbreitung technischer Lösungen und in der Forschung auslösen.
- Eine stärkere und frühzeitige (konsistente) Verschränkung von aktiven Maßnahmen zum Ausbau



erneuerbarer Energien und der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen ist notwendig.

## Verkehrswende: Wohin geht die Reise?

Auch für den Verkehrsbereich lassen sich direkt oder indirekt drei Teilziele aus der Zielmatrix des Energiekonzepts für 2020 ableiten:

- absolute Reduktion des (End-)Energieverbrauchs im Verkehrsbereich um 10 % gegenüber 2005
- Anteil der erneuerbaren Energien mindestens 10 %
- 1 Mio. Elektrofahrzeuge im PKW-Bestand

Die bisherigen Erfolge der angestrebten Verkehrswende umfassen bislang nur wenige Punkte:

- Die Elektromobilität ist forschungspolitisch sehr hoch aufgehängt.
- Fortschritte im Bereich der Brennstoffzelle für den mobilen Einsatz sind erkennbar.

Dem stehen mindestens folgende Defizite gegenüber:

- Effizienzvorgaben für die künftige PKW-Flotte sind bislang wenig ambitioniert.
- Unterstützung der Elektromobilität seitens der Autohersteller ist eher verhalten.
- Biosprit ist öffentlich in erheblichem Maße diskreditiert.

Es ist nicht erkennbar, wie die verkehrspolitischen Ziele bis 2020 erreicht werden können.

Insgesamt steht in den nächsten Jahren insbesondere folgender Forschungsbedarf an:

- Neubewertung von Biosprit unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten
- Verzahnung der Elektromobilität mit dem Stromsystem
- Optimierung von Flächenplanung unter Mobilitäts Gesichtspunkten

Daraus ergibt sich folgende Zwischenbilanz für die Verkehrswende:

- Der Verkehrssektor ist bislang am wenigsten in der Energiewende angekommen!



## Fazit

- Die Energiewende ist als gesellschaftliches Generationenprojekt breit akzeptiert.
- Es gibt viele gute Ansätze und Maßnahmen insbesondere in den Bereichen Strom und Wärme.
- Allerdings gibt es auch noch eine Reihe von Defiziten, die zeitnah adressiert und instrumentiert werden müssen (v. a. Energieeffizienz, Netzausbau, Verkehrswende, ...).
- Die Forschung zu Einzeltechnologien und Systemlösungen ist sehr gut aufgestellt; die nächste Generation der technologischen Energiewende-Grundlagen ist in Arbeit.
- Forschung und Umsetzung gehen Hand in Hand, wenn die rechtlichen Rahmenbedingungen der Energiewende stabil sind; diese Stabilität gilt es auch weiterhin zu sichern

## Verwendete Literatur

IZES – Institut für ZukunftsEnergieSysteme: Kompass-Studie, Gutachten im Auftrag des Bundesverbands Erneuerbare Energien (BEE) und Greenpeace Energy, November 2012

UBA – Umweltbundesamt: Umweltdaten (fortlaufend)