

12 Thesen zur Energiewende

Ein Diskussionsbeitrag zu den wichtigsten Herausforderungen im Strommarkt



Guten Tag!

Sie ist ein komplexes Unterfangen, die Energiewende. Dies birgt die Gefahr, dass die politische Debatte auf Nebenschauplätze abgleitet oder die Aufmerksamkeit auf wenige – mehr oder weniger relevante – Themen gelenkt wird.

Mit den 12 Thesen zur Energiewende legt Agora Energiewende einen Beitrag zur Prioritätensetzung vor. Wir werfen einen Blick auf den Strommarkt der nächsten 10 bis 20 Jahre und benennen die wichtigsten Herausforderungen. Die Thesen sind das Ergebnis intensiver Analysen der vorliegenden Studien und vieler Gespräche mit Experten. Sie fassen aus unserer Sicht den heutigen Stand des Wissens prägnant zusammen.

Wir verstehen diese 12 Thesen zur Energiewende als Einladung zur Diskussion. Anmerkungen, Kommentare und Kritik sind herzlich willkommen.

Rainer Baake und das Team von Agora Energiewende

IMPRESSUM

IMPULSE

12 Thesen zur Energiewende

Ein Diskussionsbeitrag zu den wichtigsten Herausforderungen im Strommarkt (Kurzfassung)

Dieses Dokument skizziert grundlegende Thesen zur Energiewende, die der Arbeitsstab von Agora Energiewende für die Diskussion im Rat der Agora entwickelt hat. Diese Thesen spiegeln nicht die Meinung der Ratsmitglieder wider.

Veröffentlichung: November 2012 Überarbeiteter Nachdruck: Februar 2013

ERSTELLT VON AGORA ENERGIEWENDE

Agora Energiewende Rosenstraße 2 | 10178 Berlin T +49. (0) 30. 284 49 01-00 F +49. (0) 30. 284 49 01-29 www.agora-energiewende.de info@agora-energiewende.de

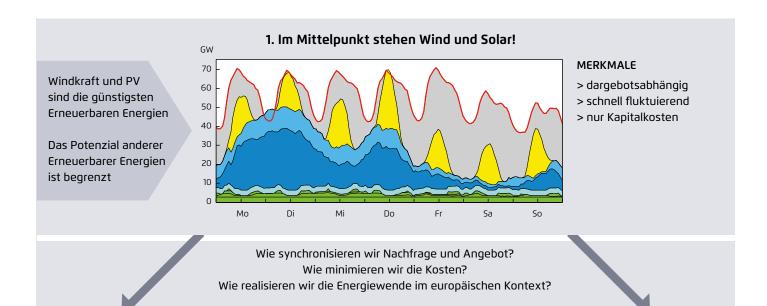
008/01b-I-2013/DE

Gedruckt auf 100% Recycling Naturpapier FSC® Circleoffset Premium White

Der erste Hauptsatz der Energiewende lautet: "Im Mittelpunkt stehen Wind und Solar!"

Denn Windkraft und Photovoltaik sind die beiden wichtigsten Säulen der Energiewende.

Die Folge: Diese Technologien verändern das Energiesystem und den Energiemarkt fundamental.



TECHNISCHES SYSTEM

- 2. "Grundlastkraftwerke" gibt es nicht mehr: Gas und Kohle arbeiten Teilzeit
- Flexibilität gibt es reichlich nur lohnt sie sich bislang nicht
- 4. Netze sind billiger als Speicher
- 5. Die Sicherung der Höchstlast ist kostengünstig
- 6. Die Integration des Wärmesektors ist sinnvoll

MARKTDESIGN UND REGULIERUNG

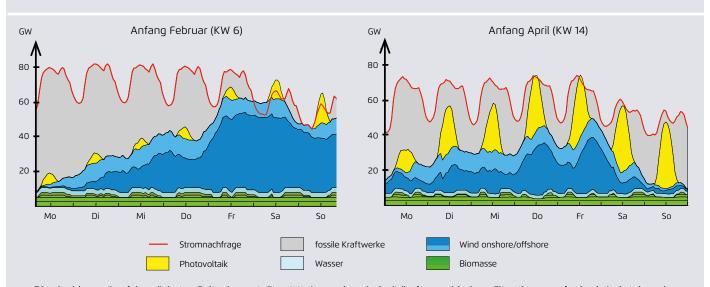
- 7. Der heutige Strommarkt handelt Kilowattstunden er garantiert keine Versorgungssicherheit
- Am Grenzkostenmarkt können sich Wind und PV prinzipiell nicht refinanzieren
- 9. Ein neuer Energiewende-Markt ist erforderlich
- 10. Der Energiewende-Markt bindet die Nachfrage ein
- 11. Er muss im europäischen Kontext gedacht werden

12. Effizienz: Eine gesparte kWh ist die günstigste

These 1 (Teil 1) Der erste Hauptsatz der Energiewende lautet: "Im Mittelpunkt stehen Wind und Solar!"

- → Der Technologie-Wettbewerb des Erneuerbare-Energien-Gesetzes kennt zwei Sieger: Windkraft und Photovoltaik; sie sind absehbar die kostengünstigsten Technologien und haben das größte Potenzial.
- → Alle anderen Technologien sind entweder deutlich teurer beziehungsweise haben nur begrenzte Ausbaupotenziale (Wasser, Biomasse/Biogas, Geothermie) und/oder sind noch im Forschungsstadium (Wellenenergie, Osmose etc.).
- → Windkraft- und PV-Anlagen werden 2015 Vollkosten von 7-10 ct/kWh haben ein System aus Windkraft, PV und Back-up-Kapazitäten liegt damit in der gleichen Größenordnung wie neue Gas- und Kohlekraftwerke.
 - ⇒ Wind und PV sind die beiden wichtigsten Säulen der Energiewende!

Stromnachfrage und -erzeugung aus Erneuerbaren Energien in vier beispielhaften Wochen im Jahr 2022 (Teil 1)

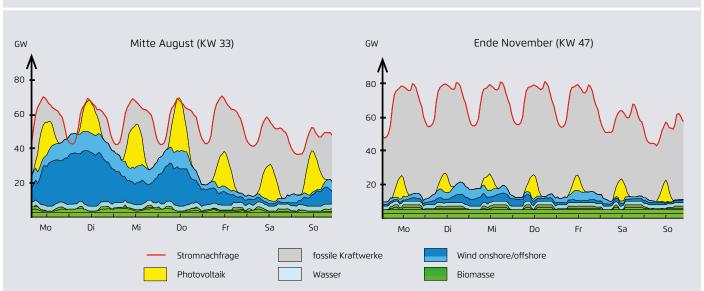


Die vier hier und auf der nächsten Seite dargestellten Wochen zeigen beispielhaft verschiedene Situationen auf, wie sie bei steigenden Anteilen von Erneuerbaren Energien immer öfter auftreten werden: Anfang Februar (6. Kalenderwoche) zieht ein Starkwindgebiet über Deutschland, mit dem Ergebnis, dass der Anteil der Erneuerbaren Energien am Stromverbrauch von circa 20 Prozent am Montag auf über 100 Prozent am Wochenende steigt. In sonnigen Frühjahrs- und Sommerwochen – zum Beispiel im April (14. Kalenderwoche) oder im August (33. Kalenderwoche) – führt das Zusammentreffen von Stromproduktion aus Solar- und Windenergie regelmäßig dazu, dass mittags die Erneuerbare-Energien-Stromproduktion nahe oder sogar über der Stromnachfrage liegt. Demgegenüber ist das Stromangebot aus Erneuerbaren Energien im Falle einer Windflaute im Winter sehr gering, wie hier für Ende November (47. Kalenderwoche) dargestellt.

These 1 (Teil 2) Der erste Hauptsatz der Energiewende lautet: "Im Mittelpunkt stehen Wind und Solar!"

- → Wind- und Solarenergie haben drei zentrale Eigenschaften:
 - Sie sind dargebotsabhängig, das heißt, die Stromproduktion hängt vom Wetter ab.
 - Sie haben hohe Kapitalkosten und (fast) keine Betriebskosten.
 - Ihre Stromproduktion ist schnell fluktuierend.
- → Diese Eigenschaften sind grundlegend anders als die von Kohle und Gas; sie verändern das Energiesystem und den Energiemarkt fundamental.
- → Windkraft und PV sollten parallel ausgebaut werden, denn sie ergänzen sich gegenseitig: In der Regel weht der Wind dann, wenn die Sonne nicht scheint und umgekehrt.

Stromnachfrage und -erzeugung aus Erneuerbaren Energien in vier beispielhaften Wochen im Jahr 2022 (Teil 2)

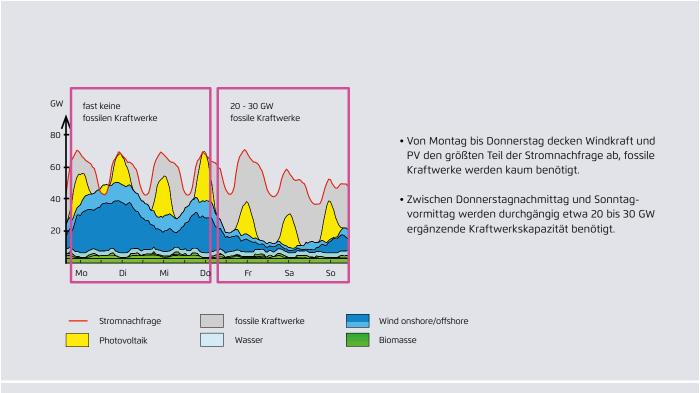


Die Grafik wurde erstellt von Fraunhofer IWES im Auftrag von Agora Energiewende. Dargestellt ist das Ergebnis einer Modellrechnung der Stromnachfrage und der Stromerzeugung in Deutschland für vier beispielhafte Wochen im Jahr 2022. Die rote Linie stellt die Nachfrage in Gigawatt (GW) dar, die verschiedenen Farben die Erzeugung aus Erneuerbaren Energien, die graue Fläche die residuale Nachfrage, die durch die fossilen Kraftwerke gedeckt werden muss. Die Grundlage für die Berechnungen bildet das sogenannte Leitszenario des von der Bundesnetzagentur genehmigten Szenariorahmens für den Netzentwicklungsplan 2012. Die vollständigen Daten für alle 52 Wochen sind erhältlich unter www.agora-energiewende.de/download.

These 2 "Grundlastkraftwerke" gibt es nicht mehr: Gas und Kohle arbeiten Teilzeit

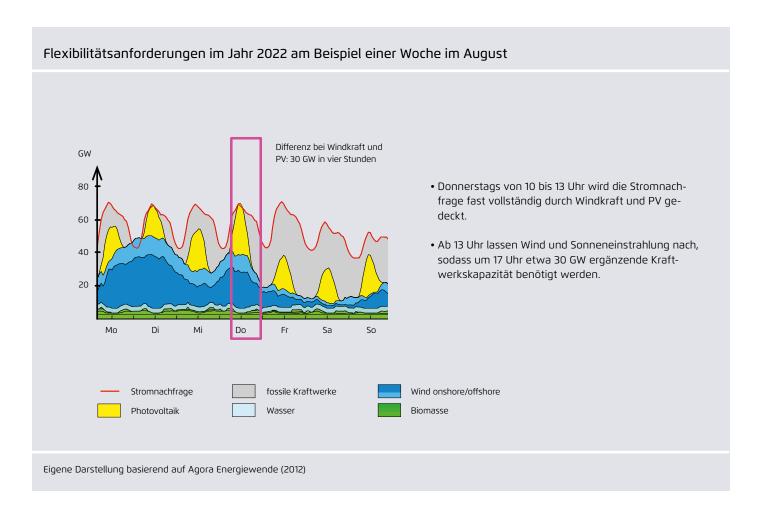
- → Windkraft und PV werden zur Basis der Stromversorgung; das restliche Stromsystem wird sich um diese herum optimieren.
- → Die meisten Kraftwerke werden nur in Zeiten von wenig Sonne und Wind gebraucht, ihre Auslastung sinkt: "Grundlastkraftwerke" gibt es nicht mehr.
- → Schnelle Änderungen der Einspeisung sowie Prognoseunsicherheiten stellen neue Anforderungen an kurz- und langfristige Flexibilität.
- → Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Biomasse müssen mittelfristig nach dem Strombedarf betrieben werden.
- → Lastmanagement und Speicher tragen zur Synchronisation bei.

Bedarf an fossilen Kraftwerken im Jahr 2022 am Beispiel einer Woche im August



These 3 Flexibilität gibt es reichlich – nur lohnt sie sich bislang nicht

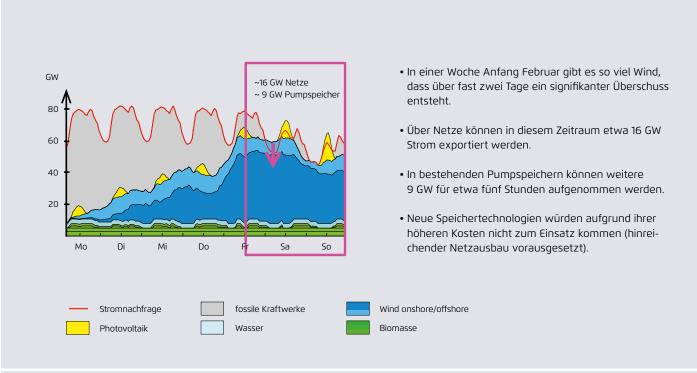
- → Schwankungen in der Erzeugung (Windkraft und PV) erfordern zukünftig eine wesentlich höhere Flexibilität des Stromsystems.
- → Technische Lösungen zur Flexibilität sind umfangreich vorhanden, zum Beispiel:
 - nach Strombedarf betriebene KWK- und Biomasseanlagen
 - Flexibilisierung fossiler Kraftwerke (Mindestleistung, Startzeiten)
 - Erzeugungsspitzen von Windkraft und PV vermeiden oder für Wärme nutzen
 - Lastverschiebung und abschaltbare Lasten in der Industrie
- ightarrow Die Herausforderung liegt nicht in der Technik oder ihrer Steuerung, sondern in den richtigen Anreizen.
- → Kleinteilige Flexibilitätsoptionen auf Haushaltsebene über *Smart Meter* zu aktivieren, ist derzeit zu teuer.



These 4 Netze sind billiger als Speicher

- → Netze reduzieren den Flexibilitätsbedarf: Schwankungen in Erzeugung (Windkraft und PV) und Nachfrage werden über große Distanzen ausgeglichen.
- → Netze ermöglichen den Zugriff auf die kostengünstigsten Flexibilitätsoptionen in Deutschland und Europa.
- → Übertragungsnetze reduzieren dadurch die Gesamtsystemkosten bei relativ geringen Investitionskosten.
- → Auch der Aus- und Umbau der Verteilnetze ist günstiger als lokale Speicher.
- → Neue Speichertechnologien werden erst ab einem Anteil von mehr als 70 Prozent Erneuerbarer Energien erforderlich.
- → Lokale PV-Batterie-Systeme können sich aufgrund von gesparten Abgaben und Steuern schon früher betriebswirtschaftlich rechnen.

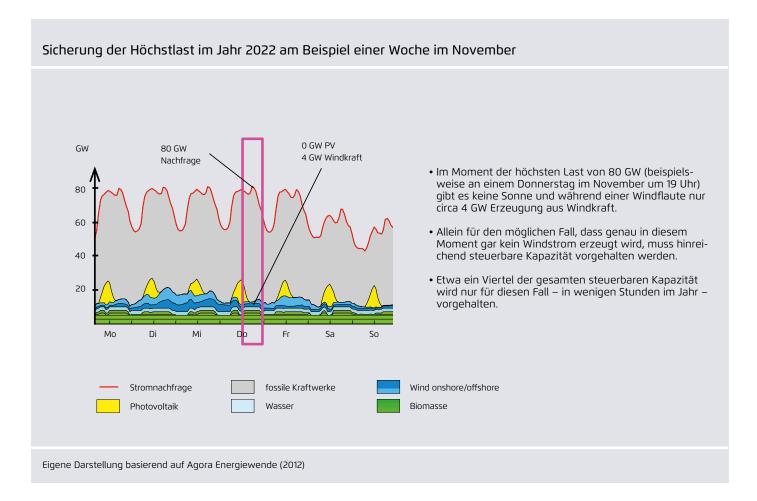
Bedeutung von Netzen und Pumpspeichern im Jahr 2022 am Beispiel einer Woche im Februar



Eigene Darstellung basierend auf Agora Energiewende (2012) und TAB (2012)

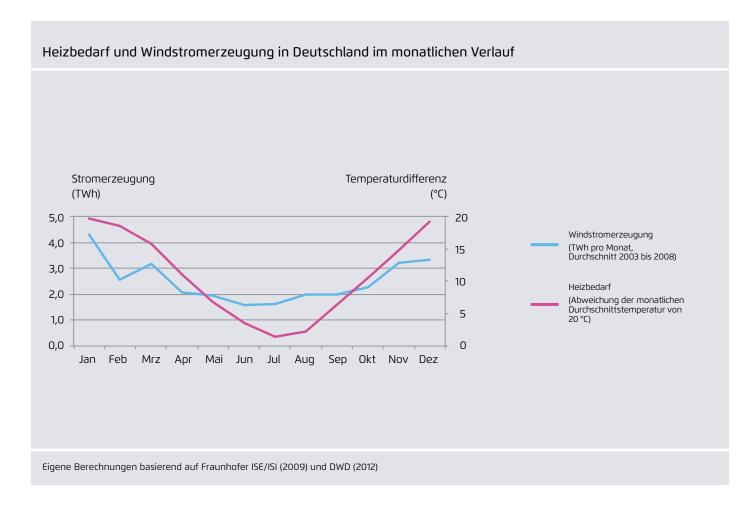
These 5 Die Sicherung der Höchstlast ist kostengünstig

- → Windkraft und PV können in bestimmten Zeiten (zum Beispiel bei Windflaute im Winter) nicht zur Sicherung der Höchstlast beitragen, daher sind steuerbare Kapazitäten in ähnlicher Größenordnung wie heute erforderlich.
- → Die Höchstlast kann durch gesicherte Leistung gedeckt oder durch nachfrageseitige Maßnahmen gesenkt werden; fast ein Viertel des Bedarfs (circa 15 bis 25 GW) fällt nur in sehr wenigen Stunden im Jahr an (< 200).
- → Gasturbinen können diesen Bedarf kostengünstig decken (35 bis 70 Millionen Euro pro Jahr und GW), abschaltbare Lasten oder alte Kraftwerke eventuell noch günstiger.
- → Durch den europäischen Verbund wird die Sicherung der Höchstlast einfacher und kostengünstiger.



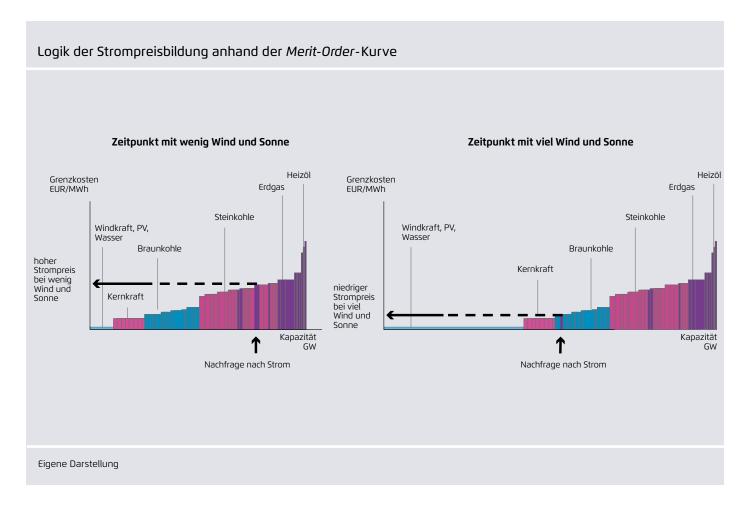
These 6 Die Integration des Wärmesektors ist sinnvoll

- → Der Wärmesektor bietet enorme Flexibilitätspotenziale:
 - Er ist doppelt so groß wie der Stromsektor; Gas und Öl müssen zur Erreichung der Klimaziele (fast) vollständig ersetzt werden.
 - Wärme ist im Gegensatz zu Strom gut speicherbar.
 - Wärme wird vor allem im Winter benötigt, wenn das Windaufkommen hoch ist.
- → KWK verbindet schon heute den Strom- mit dem Wärmesektor.
- → Mittelfristig kommen bei hohem Windaufkommen bivalente Heizsysteme, die sowohl Brennstoffe als auch Strom nutzen können, zum Einsatz.
- → Langfristige Integration über einen gemeinsamen Brennstoff: Erdgas/Biogas/Power to Gas



These 7 Der heutige Strommarkt handelt Kilowattstunden – er garantiert keine Versorgungssicherheit

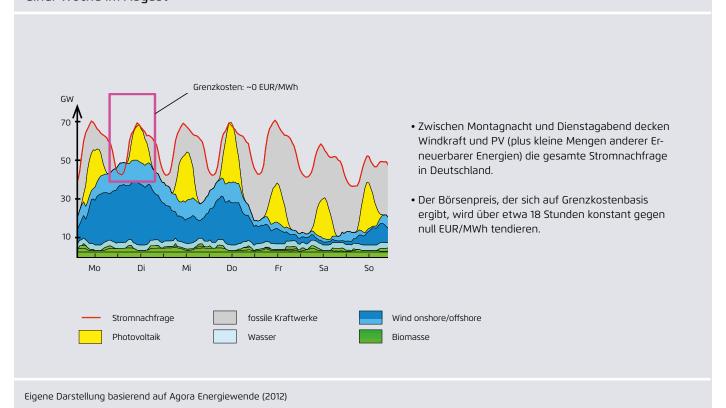
- → Am heutigen Strommarkt werden Strommengen gehandelt (*Energy only*)
- → Der Strompreis wird stündlich durch die Betriebskosten des teuersten laufenden Kraftwerks bestimmt (Grenzkosten); dieser Mechanismus stellt sicher, dass zuerst die Kraftwerke mit den niedrigsten Betriebskosten eingesetzt werden, dann die mit höheren.
- → Es ist nicht gesichert, dass dieser Strommengenmarkt genügend Anreize für Neu- und Bestandsanlagen schafft, um dauerhaft das öffentliche Gut Versorgungssicherheit zu gewährleisten.
- → Die Energiewende verschärft diese Frage, weil Windkraft und PV den durchschnittlichen Börsenstrompreis und die Auslastung fossiler Kraftwerke senken.



These 8 Am Grenzkostenmarkt können sich Windkraft und PV prinzipiell nicht refinanzieren

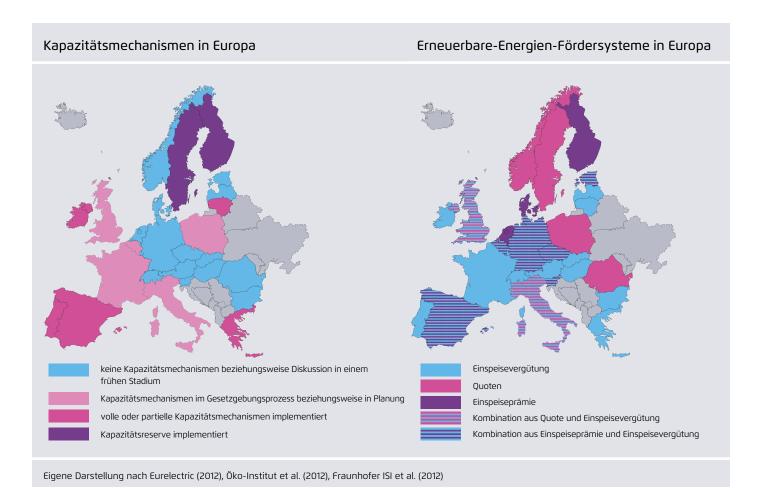
- → Windkraft und PV haben Betriebskosten von nahe null.
- → Sie produzieren Strom dann, wenn der Wind weht beziehungsweise die Sonne scheint unabhängig vom Börsenstrompreis.
- → In Zeiten von viel Wind und/oder Sonne produzieren die Windkraft- und PV-Anlagen so viel Strom, dass sie die Preise am Spotmarkt senken; die Folge: Windkraft und PV machen sich an der Börse "ihren eigenen Preis" kaputt.
- → Daher können sich Windkraft und PV am Grenzkostenmarkt prinzipiell nicht refinanzieren – selbst wenn ihre Vollkosten zukünftig unter denen von Kohle und Gas liegen.
- → Hohe CO₂-Preise ändern daran grundsätzlich nichts.

Einfluss hoher Wind- und PV-Stromproduktion auf den Börsenpreis im Jahr 2022 am Beispiel einer Woche im August



These 9 (Teil 1) Ein neuer Energiewende-Markt ist erforderlich

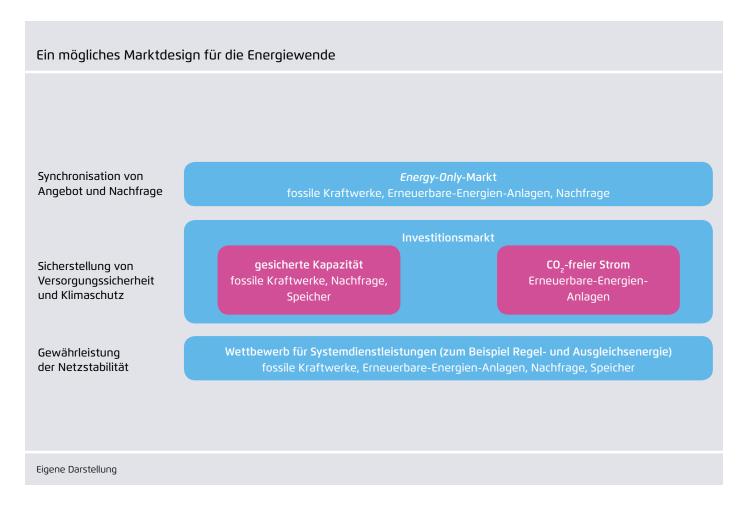
- → Der zukünftige Energiewende-Markt sollte zwei Funktionen erfüllen:
 - den Einsatz der Kapazitäten steuern, um eine effiziente Synchronisation von Angebot und Nachfrage zu erreichen
 - Investitionssignale für Erneuerbare Energien einerseits sowie konventionelle Anlagen, Flexibilisierung der Nachfrage und (langfristig) Speicher andererseits senden
- → Dabei werden zwei Zahlungsströme entstehen:
 - Erlöse (wie bisher) aus einem Markt für Strommengen (MWh) grenzkostenbasierter Energy-Only-Markt
 - Erlöse an einem neuen Markt für Investitionen in Kapazität (MW)
- → Daneben gibt es einen Wettbewerb für Systemdienstleistungen (zum Beispiel Regelenergie), bei dem fossile Kraftwerke, Erneuerbare Energien, Nachfrage und Speicher miteinander konkurrieren.



13

These 9 (Teil 2) Ein neuer Energiewende-Markt ist erforderlich

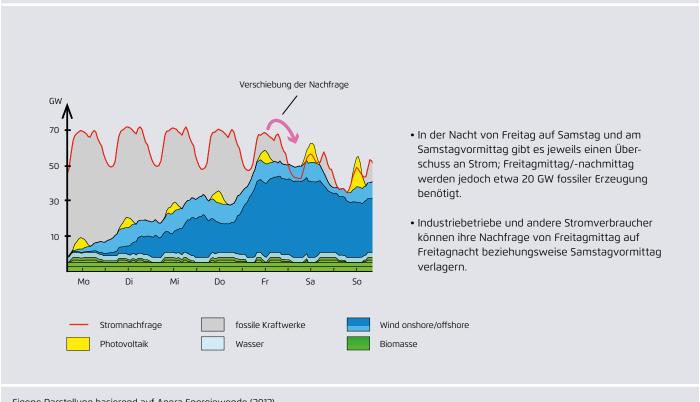
- → Der neue Markt für Investitionen in Kapazität generiert Vergütungen für:
 - das Produkt "gesicherte flexible Leistung" beziehungsweise "gesicherte flexible Lastverschiebung" zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit,
 - das Produkt "CO $_2$ -freie Strommengen" zur Sicherung des Umstiegs auf Erneuerbare Energien.
- → Die Ausgestaltung dieses neuen Marktes bedarf noch genauerer Analysen; verschiedene Optionen (Prämien/Boni, Ausschreibungen, Zertifikate), deren Wirkungen noch genauer betrachtet werden müssen, sind möglich.
- → Ein Umstieg von der Einspeisevergütung für Erneuerbare Energien auf einen neuen Mechanismus ist nur gerechtfertigt, wenn eine Effizienzsteigerung zu erwarten ist.



These 10 Der Energiewende-Markt bindet die Nachfrageseite aktiv ein

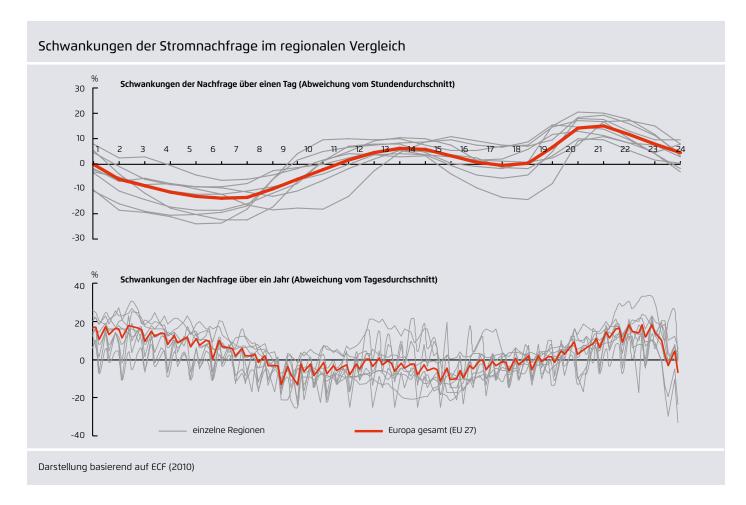
- → Die Flexibilisierung der Nachfrageseite ist ein entscheidender Baustein, um mehr Wind- und PV-Strom nutzen zu können.
- → Die Verschiebung der Nachfragelast ist oft kostengünstiger als die Speicherung von Strom oder die Vorhaltung von Kraftwerksleistung.
- → Die bisherigen Regelungen bei Netzentgelten und Systemdienstleistungen, wie etwa bei Regelenergiemärkten, laufen dem aber oft zuwider und sollten deshalb reformiert werden.
- → Der neue Markt für Investitionen in Kapazität muss so ausgestaltet werden, dass die Nachfrageseite hier aktiv teilnimmt (über die Verschiebung von Nachfragelast).

Beitrag der Nachfrage zur Flexibilisierung im Jahr 2022 am Beispiel einer Woche im Februar



These 11 Der Energiewende-Markt muss im europäischen Kontext gedacht werden

- → Die zunehmende Integration des deutschen in das europäische Stromsystem macht die Energiewende günstiger und einfacher, weil:
 - sich Fluktuationen von Windkraft und PV über die größere geografische Verteilung ausgleichen,
 - gesicherte Kapazität gemeinsam vorgehalten werden kann,
 - günstige Flexibilitätsoptionen in Europa genutzt werden können (zum Beispiel Speicher in Skandinavien und den Alpenländern).
- → Der europäische Stromhandel stabilisiert die Börsenpreise.
- → Langfristig wird der europäische Strommarkt vollständig integriert werden.

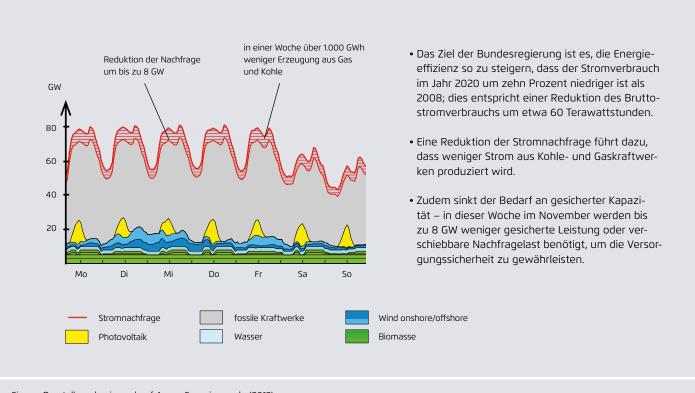


These 12

Effizienz: Eine gesparte kWh ist die günstigste

- → Ein effizienter Umgang mit Energie senkt die Gesamtkosten.
- → Die Steigerung der Energieproduktivität ermöglicht die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch.
- → Jede gesparte Kilowattstunde erfordert weniger:
 - Verbrennung von Gas und Kohle,
 - Investitionen in neue Kraftwerke fossile und erneuerbare.
- → Die Herausforderung liegt weniger in der Technik als in den Anreizen.
- → Eine gesamthafte Betrachtung von Strom, Wärme und Transport ist erforderlich: Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge erhöhen den Strombedarf, sind aber kein Widerspruch zur Effizienz.

Wirkung der Effizienzsteigerung im Jahr 2022 am Beispiel einer Woche im November



Quellenverzeichnis der Abbildungen

Agora Energiewende (2012): Erneuerbare Energien und Stromnachfrage im Jahr 2022. Illustration der anstehenden Herausforderungen der Energiewende in Deutschland

DWD (2012): Datenbank der monatlichen Temperaturen in Deutschland, verfügbar unter www.dwd.de (unter Klimadaten online frei > Klimadaten Deutschland > Messstationen > Monatswerte)

ECF (2010): Roadmap 2050 – a practical guide to a prosperous, low carbon Europe

Eurelectric (2012): Investitionsnotwendigkeiten und Kapazitätsmechanismen im europäischen Binnenmarkt. Präsentation von Susanne Nies auf der Jahreskonferenz 2012 des Öko-Instituts e.V.

Fraunhofer ISE/ISI (2009): Integration von Windenergie in ein zukünftiges Energiesystem unterstützt durch Lastmanagement.

Fraunhofer ISI et al. (2012): RE-Shaping - Shaping an effective and efficient European renewable energy market.

Öko-Institut/LBD/Raue LLP (2012): Fokussierte Kapazitätsmärkte. Ein neues Marktdesign für den Übergang zu einem neuen Energiesystem

TAB (2012): Regenerative Energieträger zur Sicherung der Grundlast in der Stromversorgung.

Publikationen von Agora Energiewende

12 Thesen zur Energiewende

Ein Diskussionsbeitrag zu den wichtigsten Herausforderungen im Strommarkt (Lang- und Kurzfassung)

Brauchen wir einen Kapazitätsmarkt?

Dokumentation der Stellungnahmen der Referenten der Diskussionsveranstaltung am 24. August 2012 in Berlin

Die Zukunft des EEG – Evolution oder Systemwechsel?

Dokumentation der Stellungnahmen der Referenten der Diskussionsveranstaltung am 13. Februar 2013 in Berlin

Erneuerbare Energien und Stromnachfrage im Jahr 2022

Illustration der anstehenden Herausforderungen der Energiewende in Deutschland. Analyse auf Basis von Berechnungen von Fraunhofer IWES

Kapazitätsmarkt oder strategische Reserve?

Ein Überblick über die in der Diskussion befindlichen Modelle zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit in Deutschland

Steigende EEG-Umlage: Unerwünschte Verteilungseffekte können vermindert werden

Analyse des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW)

Wie gelingt uns die Energiewende?

Welche konkreten Gesetze, Vorgaben und Maßnahmen sind notwendig, um die Energiewende zum Erfolg zu führen? Agora Energiewende will den Boden bereiten, damit Deutschland in den kommenden Jahren die Weichen richtig stellt. Wir verstehen uns als Denk- und Politiklabor, in dessen Mittelpunkt der Dialog mit den relevanten energiepolitischen Akteuren steht.



Agora Energiewende

Rosenstraße 2 | 10178 Berlin T +49. (0)30. 284 49 01-00 F +49. (0)30. 284 49 01-29 www.agora-energiewende.de info@agora-energiewende.de

