

Zukunftssichere Maßnahmen für die Energiewende: 5 Leitlinien zum Energiewendemonitoring

EPICO & AURORA ENERGY RESEARCH
JULI 2025

IMPRESSUM

TITEL

Zukunftssichere Maßnahmen für die Energiewende: 5 Thesen zum Energiewendemonitoring

HERAUSGEBER

EPICO Klimainnovation (Energy and Climate Policy and Innovation Council e. V.)

Friedrichstrase 79 – 10117 Berlin, Germany

Rue du Commerce 72 – 1040 Brussels, Belgium

Aurora Energy Research GmbH

Kottbusser Damm 25-26, 10967 – Berlin, Germany

AUTOREN

Dr. Bernd Weber (Founder and CEO, EPICO Klimainnovation)

Joachim Schmitz-Brieber (Director Industry and Energy, EPICO Klimainnovation)

Dr. Mats Kröger (Advisory Associate, Aurora Energy Research)

Nicolas Leicht (Project Leader, Aurora Energy Research)

Tilman Herchenröder (Senior Analyst, Aurora, Energy Research)

ZITATANGABE

EPICO Klimainnovation und Aurora Energy Research. (2025). „Zukunftssichere Maßnahmen für die Energiewende: 5 Thesen zum Energiewendemonitoring.“ Policy Brief. Berlin.

GESTALTUNG UND UMSETZUNG

Nicolas Höfer

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG.....	4
LEITLINIE 1: DIE STROMNACHFRAGE WIRD LANGFRISTIG DURCH ELEKTRIFIZIERUNG STEIGEN, ABER ES VERBLEIBT UNSICHERHEIT ÜBER DAS LANGFRISTIGE GLEICHGEWICHT.....	6
LEITLINIE 2: EIN BEGRENZTES STROMWACHSTUM ERLEICHTERT DAS ERREICHEN DES ENERGIEWIRTSCHAFTLICHEN ZIELDREIECKS, ABER DER FORTSCHRITT BEI DER ENERGIEWENDE BEEINFLUSST DIE DEKARBONISIERUNG ANDERER SEKTOREN.....	8
LEITLINIE 3: AUCH BEI GERINGEM WACHSTUM DER STROMNACHFRAGE BLEIBEN GROSSE ANSTRENGUNGEN BEIM AUSBAU DER ERNEUER- BAREN ENERGIEN IN DEN NÄCHSTEN JAHREN NOTWENDIG.....	10
LEITLINIE 4: DER AUSBAU VON STROMSPEICHERN UND NACHFRAGE- FLEXIBILITÄT SIND AUCH BEI NIEDRIGEM NACHFRAGEWACHSTUM ZENTRAL UND KOSTENEFFEKTIV.....	14
LEITLINIE 5: ZUR SICHERSTELLUNG DER VERSORGUNGSSICHERHEIT BRAUCHT ES EIN ZUSAMMENSPIEL VON STEUERBARER LEISTUN UND FLEXIBILITÄT.....	17
FAZIT.....	19
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	20
GLOSSAR.....	21
QUELLEN.....	22

EINLEITUNG

Im Sommer 2025 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) ein Monitoring der Energiewende beauftragt, das vor dem Hintergrund zweier gegensätzlicher Entwicklungen stattfindet: Während der Ausbau der Erneuerbaren Energien in den letzten Jahren deutliche Fortschritte gemacht hat, blieb die Entwicklung der Stromnachfrage hinter den Erwartungen zurück. Dem Monitoring der Energiewende liegt daher die Frage zugrunde, ob das Zielbild der Energiewende grundsätzlich neuausgerichtet oder weiterentwickelt werden muss, und wie eine zukunftssichere Energiepolitik bei einem möglicherweise moderateren Nachfragewachstum aussehen kann.

Das Monitoring steht dabei unter dem Vorzeichen einer veränderten politischen und wirtschaftlichen Ausgangslage. Die sogenannte Zeitenwende, eine angespannte Haushaltsslage sowie zunehmende gesellschaftliche Diskussionen über zentrale Elemente der Klimapolitik – etwa das Gebäudeenergiegesetz – haben die öffentliche Debatte und die politischen Prioritäten verschoben. Gleichzeitig zeigen sich im Stromsystem bereits heute strukturelle Herausforderungen, wie etwa steigende Kosten für das Engpassmanagement, die es auch bei einem moderaten Nachfragewachstum zu lösen gilt.

Der Koalitionsvertrag der Bundesregierung nennt nur wenige Details zum Monitoring-Prozess („Energiewende konsequent auf Bezahlbarkeit, Kosteneffizienz und Versorgungssicherheit ausrichten“). Eine Politisierung – von allen interessierten Kreisen – ist jedoch nicht auszuschließen und hat bereits stattgefunden.

Die vorliegende Studie soll den Prozess daher durch eine unabhängige, faktenbasierte Einschätzung bereichern und Hinweise darauf geben, wo die Politik ansetzen sollte. Wir fokussieren uns dabei insbesondere auf Maßnahmen („No-Regret“), welche auch unter den aktuellen Bedingungen wirklich tragfähig und zukunftssicher sind.

Dabei gilt: Durch die zunehmende Sektorenkopplung und die zentrale Rolle der Elektrifizierung für die Dekarbonisierung weiterer Sektoren (vor allem der Industrie, des Verkehrs und der Haushalte) spielt auch die Wirkung möglicher Maßnahmen auf diese anderen Sektoren, zusätzlich zum klassischen energiewirtschaftlichen Zieldreieck (Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Nachhaltigkeit), in der Analyse möglicher Maßnahmen eine Rolle.

Aurora Energy Research hat im Auftrag von EPICO für das Monitoring fünf Thesen zur Gestaltung der Energiewende entwickelt. Diese sind:

1. Die **Stromnachfrage wird langfristig durch Elektrifizierung steigen**, aber es verbleibt Unsicherheit über das langfristige Nachfrageniveau.
2. Ein **begrenzttes Stromwachstum erleichtert das Navigieren des energiewirtschaftlichen Zieldreiecks**, aber der Fortschritt bei der Energiewende beeinflusst die Dekarbonisierung anderer Sektoren.
3. Auch bei geringerem Wachstum der Stromnachfrage bleiben **große Anstrengungen beim Ausbau der Erneuerbaren Energien** kurz- bis mittelfristig notwendig.
4. Der Ausbau von **Stromspeichern und Nachfrageflexibilität** sind auch bei niedriger Nachfrage zentral und kosteneffektiv.
5. Zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit braucht es ein **Zusammenspiel von steuerbarer Leistung und Flexibilität**.

Die Leitlinien zeigen Prioritäten und Wege auf, wie die Energiewende auch unter den veränderten Rahmenbedingungen gelingen kann: durch risikoarme und zukunftsichere Maßnahmen, die unabhängig vom endgültigen Nachfrageniveau kurzfristig wirksam und langfristig effizient sind.

LEITLINIE 1: DIE STROMNACHFRAGE WIRD LANGFRISTIG DURCH ELEKTRIFIZIERUNG STEIGEN, ABER ES VERBLEIBT UNSICHERHEIT ÜBER DAS LANGFRISTIGE GLEICHGEWICHT

Historische und prognostizierte Nettostromnachfrage
TWh

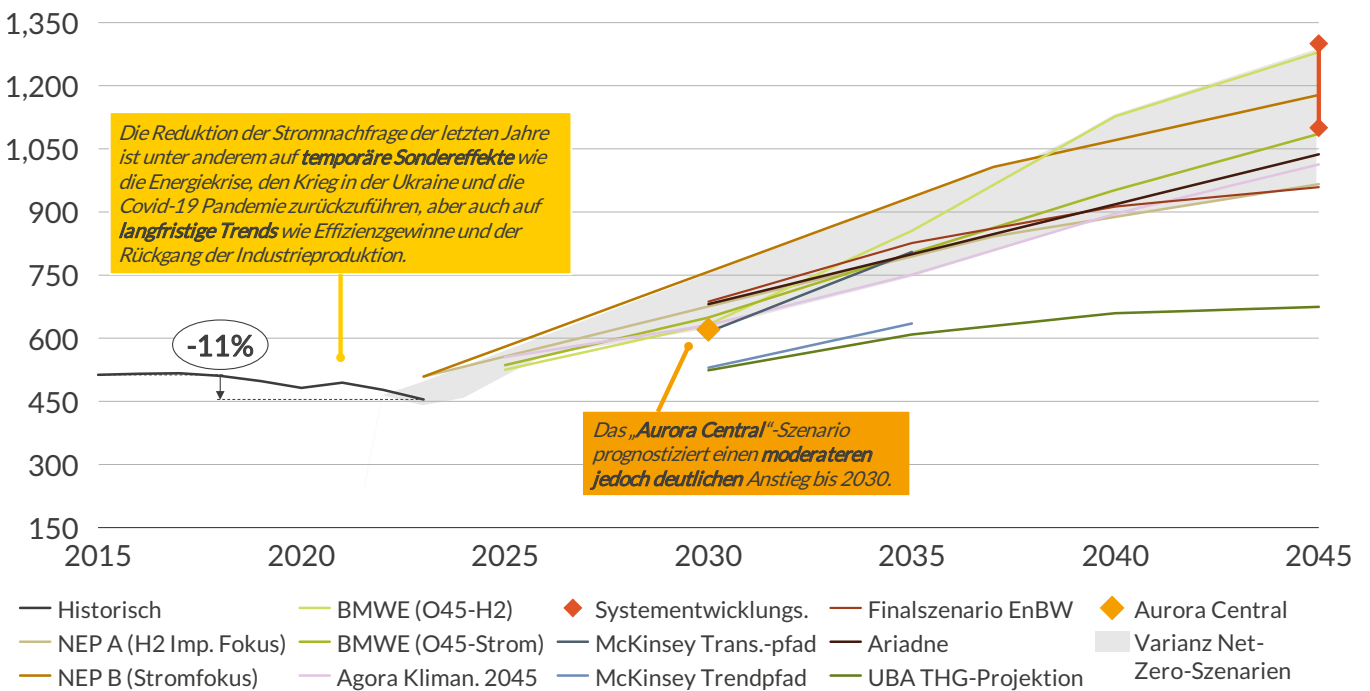


Abbildung 1: Entwicklung der Nachfrage

Im Widerspruch zu vielen Prognosen, die eine stark steigende Stromnachfrage prognostizieren, ist die Nettostromnachfrage in den vergangenen Jahren gesunken. So ging sie zwischen 2015 und 2024 um etwa 11% zurück. Dieser Rückgang lässt sich teilweise auf temporäre Sondereffekte wie die Energiekrise infolge des Ukraine-Kriegs oder die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Konjunktur zurückführen. Gleichzeitig führen aber auch einige längerfristige Faktoren dazu, dass die Stromnachfrage bisher nicht gewachsen ist. Dazu zählen ein verlangsamtes Wirtschaftswachstum,

technologische Effizienzgewinne, eine langsame Elektrifizierung in Sektoren wie dem Verkehr und der Wärmeversorgung, und der strukturelle Wandel der deutschen Wirtschaft hin zu einem höheren Anteil von Dienstleistungen an der Wertschöpfung.

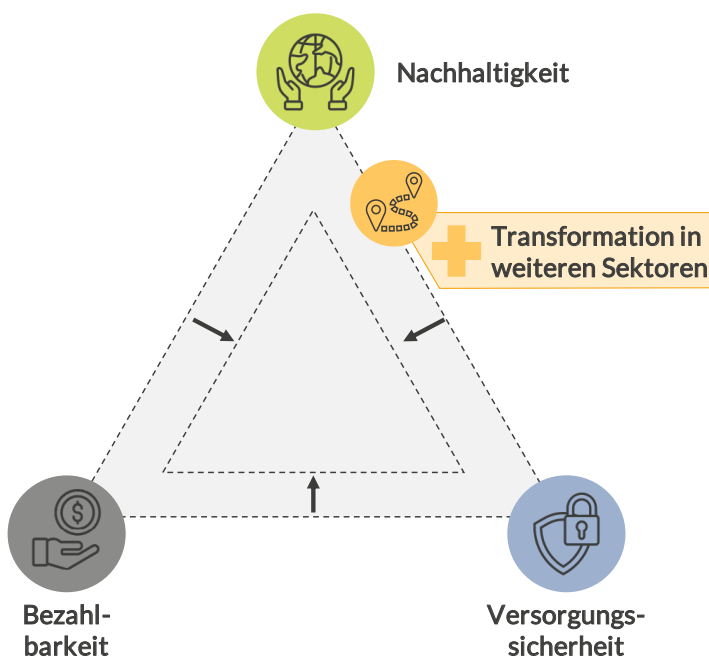
Dennoch ist langfristig mit einem Anstieg der Nettostromnachfrage zu rechnen. Die Haupttreiber für diesen Anstieg sind die zusätzliche Nachfrage durch Rechenzentren sowie die Elektrifizierung im Zuge der Dekarbonisierung. Elektrifizierung ist in vielen Sektoren die zentrale Strategie zur Reduktion

von Treibhausgasemissionen, sowohl direkt, etwa im Verkehrssektor, als auch indirekt, beispielsweise durch den Einsatz von grünem Wasserstoff in der Industrie. Sollen die Klimaziele erreicht und der Industriestandort Deutschland erhalten werden, ist daher ein langfristiger Anstieg der Stromnachfrage gesetzt. Das genaue Ausmaß dieses Anstiegs variiert jedoch deutlich zwischen verschiedenen Szenarien und Studien (siehe Abbildung 1). Selbst bei den Studien, die ein Erreichen der Klimaneutralität bis 2045 annehmen, liegt die Bandbreite der erwarteten Nachfrage im Jahr 2030 zwischen 615 und 760 TWh. In Auroras wahrscheinlichstem Szenario („Aurora Central“) wird für 2030 mit einer Stromnachfrage von ca. 620 TWh gerechnet. In diesem Szenario, das von den heute bereits angekündigten Klimamaßnahmen ausgeht und in dem Klimaneutralität daher erst im Jahr 2060 erreicht wird, fällt der Anstieg der Stromnachfrage damit moderater, jedoch weiterhin deutlich aus.¹

Insgesamt zeigt sich also eine große Unsicherheit in Bezug auf das Niveau des zukünftigen Stromverbrauchs, auch wenn von einem Anstieg der Stromnachfrage entgegen den historischen Trends auszugehen ist. Dies stellt die Politik vor die Herausforderung, die Gestaltung der Energiewende so auszurichten, dass sie sowohl bei einem starken als auch einem moderaten langfristigen Wachstum ein Erreichen der Ziele der Energiewende ermöglicht.

¹ Für eine Beschreibung des Szenarios siehe Glossar.

LEITLINIE 2: EIN BEGRENZTES STROMWACHSTUM ERLEICHTERT DAS ERREICHEN DES ENERGIEWIRTSCHAFTLICHEN ZIELDREIECKS, ABER DER FORTSCHRITT BEI DER ENERGIEWENDE BEEINFLUSST DIE DEKARBONISIERUNG ANDERER SEKTOREN



Derzeitige Herausforderungen der Energiewende

	Hohe Energiekosten für Haushalte und Industrie
	Erhöhter Redispatch und damit verbundene Kosten
	Fallender Marktwert von Erneuerbaren durch fehlende Flexibilität im Stromsystem, die die Förderkosten erhöht
	Erreichen der gesetzten Emissionsziele
	Design, Planung und Implementierung von Mechanismen, die mittelfristig benötigte steuerbare Kapazität anreizt
	Akzeptanz für die Energiewende und Transformation der Wirtschaft hin zu Klimaneutralität wird teilweise in Frage gestellt

Abbildung 2: Energiewirtschaftliches Zieldreieck

Die Herausforderung der Energiewende und der Energiepolitik lässt sich durch das energiewirtschaftliche Zieldreieck beschreiben, welches auch als „Trilemma“ bezeichnet wird. Das Zieldreieck veranschaulicht, dass energiepolitische Maßnahmen Zielkonflikte zwischen den Dimensionen Nachhaltigkeit, Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit navigieren müssen. Ein moderates Wachstum der Stromnachfrage kann kurzfristig Handlungsspielräume für die Umsetzung der Energiewende bei Erreichung des Zieldreiecks schaffen. Denn bei einer

geringeren Nachfrageentwicklung lässt sich das Zieldreieck auch mit reduziertem Investitionsbedarf adressieren. Beispielsweise kann bei einer geringeren Stromnachfrage das Ziel der Nachhaltigkeit bereits mit weniger Kapazität der Erneuerbaren Energien erreicht werden, was wiederum einen positiven Effekt auf die Bezahlbarkeit hat, indem die Systemkosten sinken. Insofern ist es sinnvoll – wie auch im Monitoring angelegt – die Frage der politischen Gestaltungsspielräume zu stellen, die sich bei einer geringeren Stromnachfrage ergeben.

Bedacht werden muss dabei jedoch: Die Sektorenkopplung und die Schlüsselfunktion von Elektrifizierung für die Dekarbonisierung erweitern die Perspektive des Zieldreiecks um eine zusätzliche Dimension: die Transformation weiterer Sektoren. Denn während eine geringere Stromnachfrage einen geringeren Ausbau der Erneuerbaren Energien ermöglicht, ohne dabei die Klimaziele des Stromsektors isoliert betrachtet zu gefährden, ist die Verfügbarkeit von grünem und bezahlbarem Strom wiederum ein wichtiger Treiber von Investitionen in Elektrifizierung anderer Sektoren und damit für eine steigende Stromnachfrage. Ein unzureichender Ausbau Erneuerbarer Energien könnte somit Investitionen in die Transformation energieintensiver Industrien sowie die Verkehrs- und Wärmewende erschweren.²

Für das Monitoring der Energiewende bedeutet dies: Ein begrenztes Nachfragewachstum kann helfen, kurzfristige Ziele zu erreichen, gleichzeitig haben Investitionen in die Energiewende aber eine doppelte Dividende, die nicht vernachlässigt werden darf. Sie reduzieren Emissionen im Stromsektor, aber ermöglichen darüber hinaus auch Emissionsreduktionen in weiteren Bereichen. Im Rahmen des Monitorings bietet sich die Chance sowohl sektorübergreifende Wechselwirkungen als auch Zielkonflikte systematisch zu analysieren und bei der Entwicklung von Politikvorschlägen zu berücksichtigen. Es ist wichtig und Aufgabe des Monitorings, für die politischen Entscheidungsträger diesen Zusammenhang herauszuarbeiten.

² Siehe hierzu auch: Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft und BUND (2025)

LEITLINIE 3: AUCH BEI GERINGEM WACHSTUM DER STROMNACHFRAGE BLEIBEN GROSSE ANSTRENGUNGEN BEIM AUSBAU DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IN DEN NÄCHSTEN JAHREN NOTWENDIG

Historische Entwicklung und langfristige Gleichgewichtsmengen

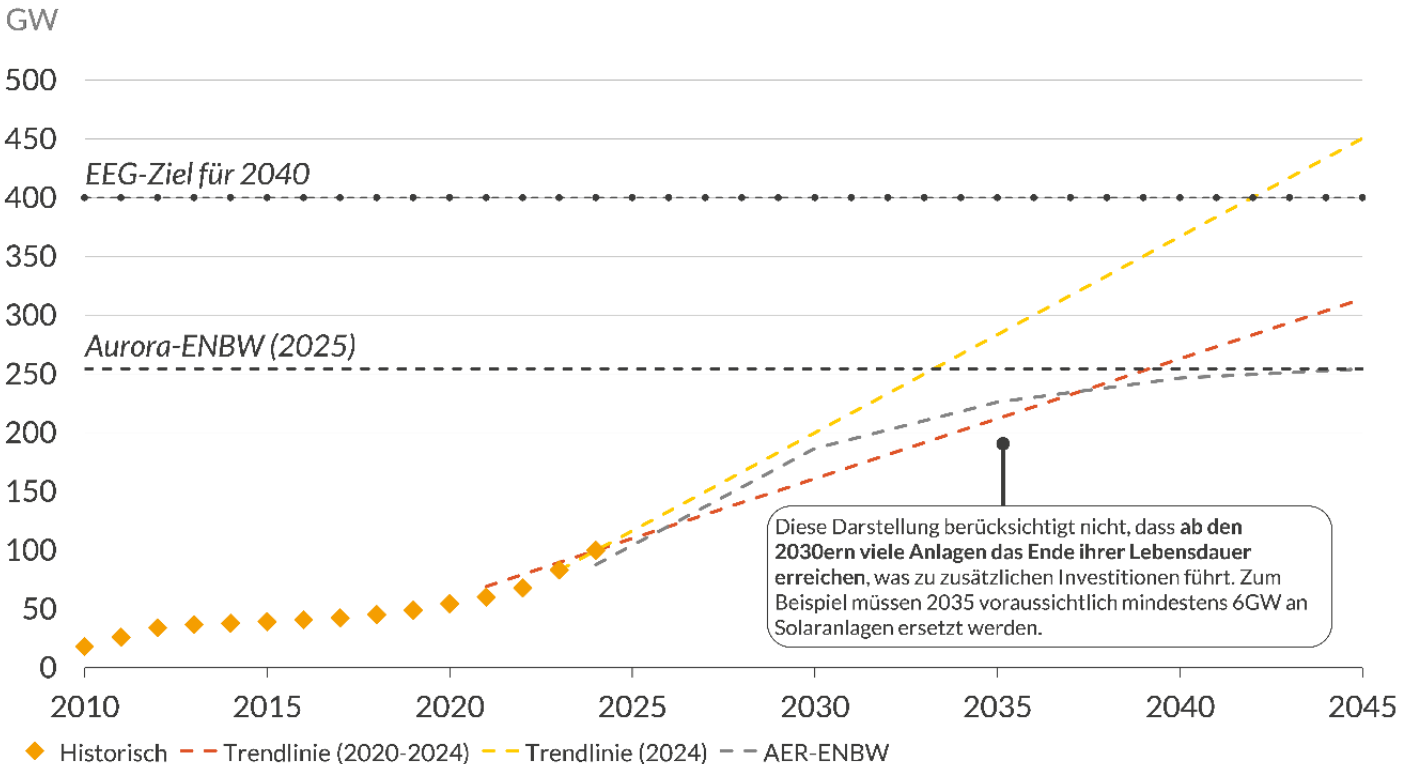


Abbildung 3: Ausbau der Solarenergie

Während die Stromnachfrage in den letzten Jahren gesunken ist, wurde der Ausbau der Erneuerbaren Energien erfolgreich vorangebracht. Seit 2010 ist die Kapazität von Wind an Land von 27 auf 61 GW und die Kapazität von Wind auf See von 0 auf 9 GW angewachsen. Besonders dynamisch verlief der Ausbau im Bereich der Solarenergie, die auch die ambitioniertesten Ausbauziele aufweist. Diese ist seit 2010 von 18 auf 100 GW gestiegen und soll bis 2040 auf 400 GW nochmals vervierfacht werden.³

Angesichts der Unsicherheiten in der Nachfrageentwicklung wird die Verhältnismäßigkeit der langfristigen Ausbauziele in der aktuellen Debatte zunehmend hinterfragt.

³ Umweltbundesamt (2025), EEG (2024)

Durchschnittliche jährliche Systemkosten, ohne historische Kosten

Mrd. €, real 2024

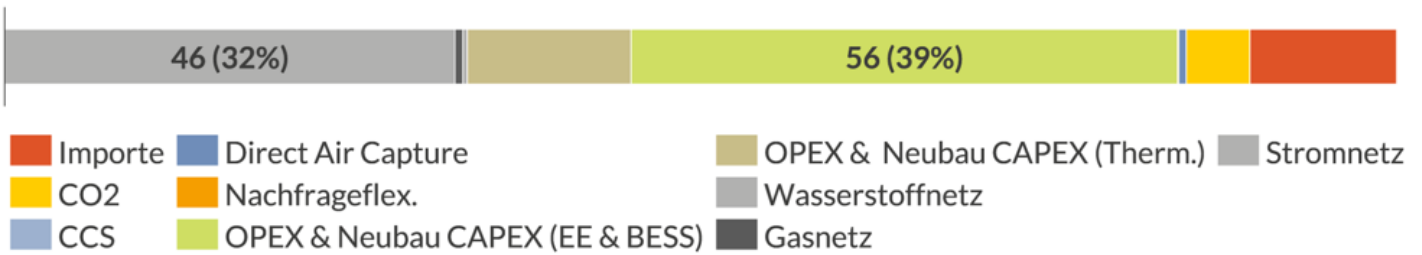


Abbildung 4: Systemkosten der Energiewende

Betrachtet man die Systemkosten, die durch die Energiewende entstehen, so sind die Kapitalkosten für den Ausbau von Erneuerbaren Energien und Batteriespeichern der größte Anteil, dicht gefolgt von den Kosten für den Ausbau des Stromnetzes.

Wird beispielsweise die Solarenergie stärker ausgebaut und das Stromnetz für eine höhere Nachfrage ausgelegt als eintritt, so erhöht dies die Systemkosten pro MWh, die beispielsweise durch die Netzentgelte an

die Stromverbraucher oder durch die EEG-Förderkosten an die Steuerzahler weitergegeben werden. Aurora Energy Research hat dies kürzlich in einer Studie für EnBW untersucht und dabei ermittelt, dass bei einer jährlichen Nachfrage von 959 TWh im Jahr 2040 eine Solarkapazität von 254 GW kostenminimierend ist. Dies liegt deutlich unter den derzeitigen Ausbauzielen für die Solarenergie.⁴

Großhandelspreise in 2030

€/MWh (real, 2024)

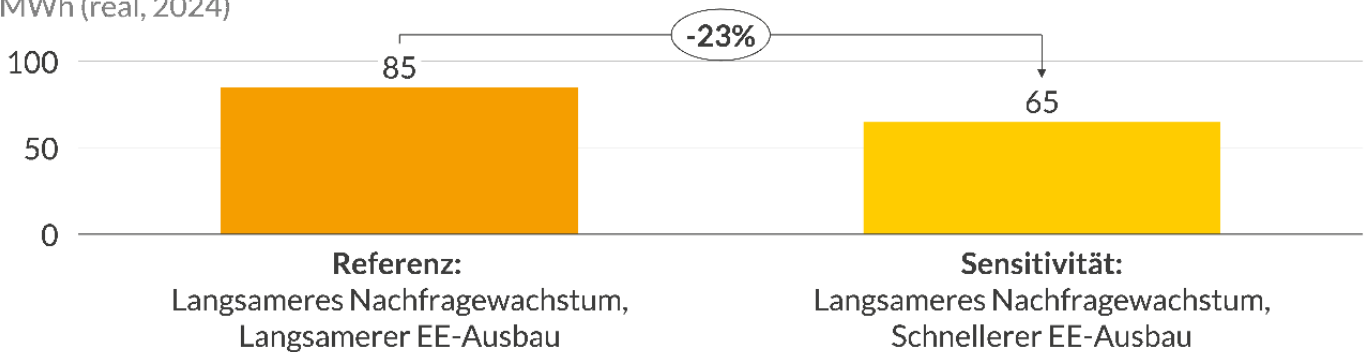


Abbildung 5: Effekte eines überdimensionierten EE-Ausbaus auf die Großhandelspreise

⁴ Aurora Energy Research und ENBW (2025)

Daraus lässt sich jedoch nicht ableiten, dass kurzfristig einen Anlass zur Verringerung der Anstrengungen beim Ausbau der Erneuerbaren Energien gibt. Zum einen hat der Ausbau der Erneuerbaren Energien Vorteile wie die Senkung der Großhandelspreise, eine Reduktion der Emissionen und verbesserte Voraussetzungen für die Transformation der weiteren Sektoren.⁵ Zum anderen erfordert selbst ein reduziertes Ausbauziel weiterhin erhebliche jährliche Zubauraten. In den vergangenen fünf Jahren betrug der durchschnittliche deutsche Solarausbau 10 GW, in 2024 konnte er deutlich auf 16 GW beschleunigt werden. Das heißt: Selbst bei Beibehaltung des hohen letztjährigen Ausbautempos würde das Ziel von 254 GW also erst im Jahr 2034 erreicht, bei Beibehaltung des durchschnittlichen Ausbautempos erst im Jahr 2040. Zusätzlich erreichen ab 2030 vermehrt Anlagen das Ende ihrer Lebenszeit, was weitere Investitionen notwendig macht.⁶

Ein anhaltender Fokus auf den Ausbau der Erneuerbaren Energien ist damit eine No-Regret-Maßnahme der Energiewende.

Denn auch bei einem fortgesetzten Ausbau in den kommenden Jahren verliert die Bundesregierung nicht die Fähigkeit flexibel auf Nachfrageentwicklung zu reagieren und gegebenenfalls Anpassungen bei den Ausbauzielen vorzunehmen, sollte der Trend einer langsameren Nachfrageentwicklung anhalten. Gleichzeitig können so die deutschen Klimaziele leichter erreicht werden und die kurzfristigen Kosten für Verbraucher über die Großhandelspreise gesenkt werden (siehe Exkurs in Box 1).⁷

Sollen kurzfristig Kosteneinsparungen beim Ausbau der Solarenergie gemacht werden, so bieten sich hierfür zwei Hebel an.

Erstens kann eine stärkere Priorisierung von Freiflächenanlagen gegenüber Dachanlagen zur Reduktion der Investitions- und Netzauskosten beitragen. Denn während Dachanlagen Vorteile wie eine breite Akzeptanz durch Beteiligung der Bürger haben, sind sowohl die Kapitalkosten als auch die Netzanschlusskosten deutlich höher als bei Freiflächenanlagen.⁸ Für 2030 wird von einem Unterschied in Kapitalkosten zwischen Auf-Dach und Freiflächensolarenergie von 20% ausgegangen. Auch die Netzausbaukosten sind bei einem Umschwenken in Richtung Freiflächenanlagen geringer. Zweitens könnte eine netzdienlichere Einspeisung von Solaranlagen durch geringeren Netzausbau, Vermeidung von Redispatch-Maßnahmen und optimierten Nutzung der günstigen Solarerzeugung zur Effizienzsteigerung im Gesamtsystem beitragen. Hierzu können regulatorische Instrumente wie zeitvariable Netzentgelte geeignete Anreize für systemdienliches Verhalten schaffen. Denn durch zeitvariable Netzentgelte gibt es einen starken Anreiz, die Verteilnetze anhand ihrer tatsächlichen Belastung zu nutzen und gleichzeitig ungewollte Verteilungseffekte zu vermeiden.⁹

⁵ Aurora Energy Research und Agora Energiewende (2025)

⁶ Siehe EY und BDEW (2025), alleine im Jahr 2035 werden ca. 6 GW an Solaranlagen das Ende ihrer Lebenszeit erreichen.

⁷ Die Großhandelspreise haben einen besonders starken Effekt auf die Stromkosten der Industrie. Denn für Haushalte machten die Beschaffungspreise und der Vertrieb 2024 ca. 40% des Strompreises aus, der Rest sind Netzentgelte (ca. 30%) und Steuern/Abgaben/Umlagen (ca. 30%). Für die Industrie hingegen sind die Beschaffung/Vertrieb der mit Abstand größte Block da sie häufig von Netzentgelten und Abgaben zumindest teilweise befreit ist (BDEW, 2025).

⁸ Stiftung Klimaneutralität (2025)

⁹ Stiftung Klimaneutralität (2025)

Box 1: Verschiedene Perspektiven auf die Bezahlbarkeit

In der Betrachtung der Bezahlbarkeit ist es wichtig, verschiedene Perspektiven auf die Kosten der Energiewende zu unterscheiden:

- Die *Großhandelspreise* ergeben sich am Strommarkt. Durch einen stärkeren Solarausbau bei gleichbleibender Nachfrage sinken diese, indem fossile Kraftwerke in der Merit-Order ersetzt werden. Die Großhandelspreise sind gerade für die energieintensiven Industrien bedeutsam, so dass besonders diese Branchen von einem hohen Tempo beim EE-Ausbau profitieren.
- Die *Endverbraucherpreise* enthalten weitere Komponenten wie Netzentgelte, Steuern und Umlagen. Die Höhe dieser Entgelte und Umlagen werden unter anderem durch die nationalen *Systemkosten* bestimmt, die durch die Summe der Kapital- und Betriebskosten der Erzeugungsanlagen und Netze bestimmt werden. Durch einen stärkeren Solarausbau bei gleichbleibender Nachfrage steigen so beispielsweise die Netzentgelte, da es zu einem stärkeren Netzausbau kommt. Dies betrifft vor allem Haushalte und kleine Betriebe, da die energieintensiven Industrien häufig von Netzentgelten und Abgaben befreit sind.
- *Gesamtwirtschaftlich* können darüber hinaus noch die Effekte auf weitere Sektoren oder die Kosten des Klimawandels eine Rolle spielen. Durch einen stärkeren Solarausbau bei gleichbleibender Nachfrage reduzieren sich die Emissionen und es gibt Anreize zur Transformation weiterer Sektoren.
- Durch die europäische Integration des Strommarkts sind von einer *europäischen Perspektive* auch die Systemkosten weiterer Länder relevant.

Je nach der Zeitperspektive und Ziel der Analyse sind verschiedene Betrachtungsweisen relevant: Kurzfristig sind Investitionen in Netze beispielsweise bereits festgelegt, so dass eine Betrachtung der Großhandelspreise besonders relevant sein kann und ein Solarausbau klar positiv zu bewerten ist. Langfristig spielen diese hingegen eine große Rolle, sodass eine Systemkostenbetrachtung zielführender sein kann und die kostensenkende Wirkung des Solarausbaus weniger deutlich sein kann.

LEITLINIE 4: DER AUSBAU VON STROMSPEICHERN UND NACHFRAGEFLEXIBILITÄT SIND AUCH BEI NIEDRIGEM NACHFRAGEWACHSTUM ZENTRAL UND KOSTENEFFEKTIV

Mengewichtete Batteriekosten
€/kwh (real 2024)

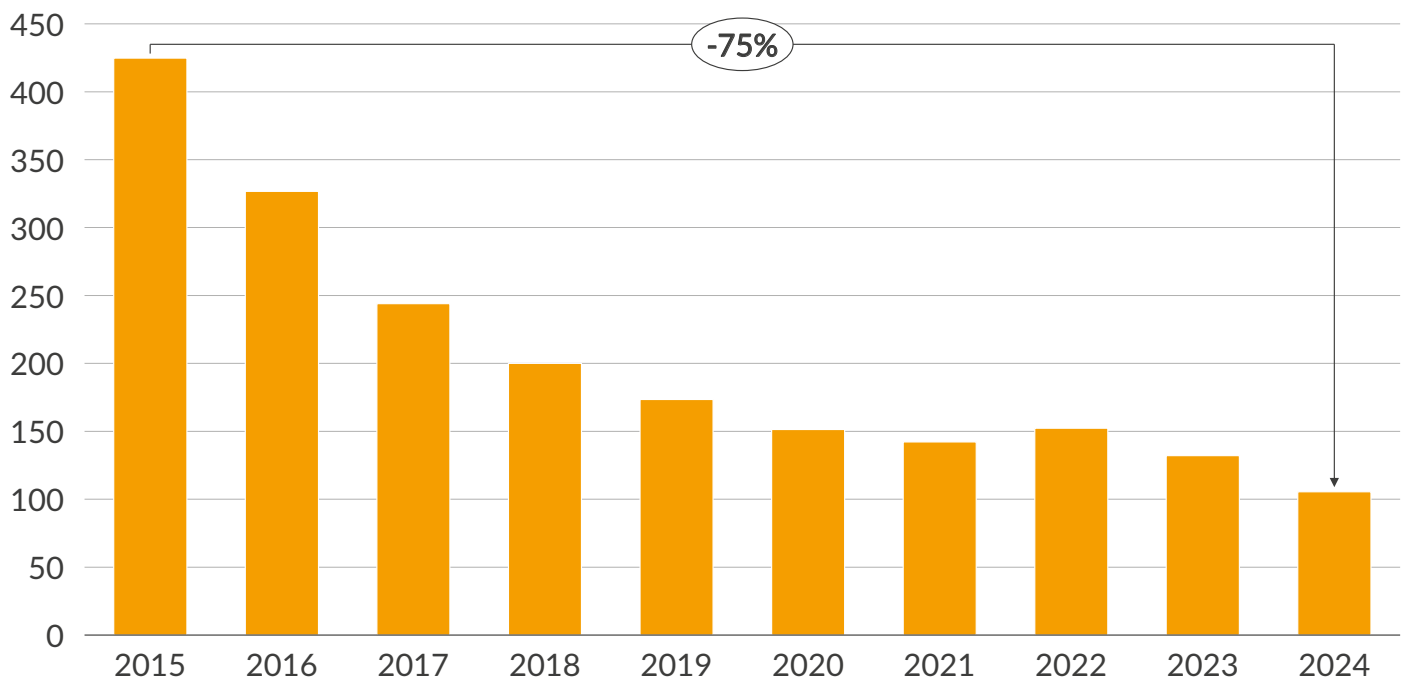


Abbildung 4: Batteriekosten

Durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien in den letzten Jahren ist die Stromproduktion deutlich volatiler geworden. Dies stellt die Energiewende zunehmend vor die Herausforderung, Angebot und Nachfrage zeitlich zu koordinieren. Hierbei spielen Batteriespeicher und Nachfrageflexibilität eine zentrale Rolle, denn sie ermöglichen es, unabhängig vom absoluten Nachfrageniveau, die schwankende Erzeugung aus Erneuerbaren Energien besser in das Stromsystem zu integrieren. Eine Maßnahme hierzu ist eine

Flexibilitätsagenda, welche von der letzten Bundesregierung nicht auf den Weg gebracht wurde, und die EPICO an anderer Stelle analysiert und gefordert hat.¹⁰

Batteriespeicher leisten einen wichtigen Beitrag zur Systemstabilität, indem sie Strom aus Zeiten hoher Erzeugung (z. B. mittags bei starker Solarproduktion) in Zeiten hoher Nachfrage (z. B. abends) verschieben. Dadurch sinkt auch die Strompreisvolatilität, negative Preise werden vermieden und der

¹⁰ EPICO und Guidehouse (2025)

Marktwert von Erneuerbaren, insbesondere der Solarenergie, steigt. Aurora Energy Research hat zur Analyse der Effekte des Batterieausbaus ein Szenario mit verdoppelter Batteriespeicherkapazität bis 2045 betrachtet. In diesem sinken die durchschnittlichen täglichen Großhandelspreisunterschiede um bis zu 20 % und die Anzahl negativer Preisstunden nimmt deutlich ab. Dies hat Vorteile für die Verbraucher. Denn durch die Vermeidung von Preisspitzen sinken die durchschnittlichen Großhandelspreise. So profitieren auch Haushalte, die selbst keine Heimspeicher installieren können, von der Flexibilität. Gleichzeitig profitieren die Produzenten Erneuerbarer Energien durch höhere Erlöse, was wiederum den Förderbedarf für Erneuerbare Energien durch die öffentliche Hand senkt.

Auch durch die Nachfrageflexibilität ergeben sich Vorteile für die Systemstabilität und die Marktwerte der Erneuerbaren Energien. Sie kann darüber hinaus zu einer deutlichen Reduktion der Strombeschaffungskosten der Verbraucher führen. So können Verbraucher beispielsweise im Aurora Net Zero Szenario für das Jahr 2030 ihre Beschaffungskosten um 21% senken, wenn sie statt eines Grundlastprofils nur in den Stunden mit den 7.000 niedrigsten Strompreisen verbrauchen. Selbst wenn nur die höchsten 760 Stunden vermieden werden, sinken die Kosten der Strombeschaffung um 11%.¹¹ Für eine Realisierung dieses Potenzials sind jedoch Reformen wie die Beschleunigung des Smart Meter Rollouts, die Ausweitung zeitvariabler Strompreise, die Einführung variabler Netzentgelte und die Öffnung von Förderprogrammen für Flexibilität notwendig.¹²

Durchschnittlicher Strompreis 2030, Net Zero Szenario
€/MWh (real 2024)

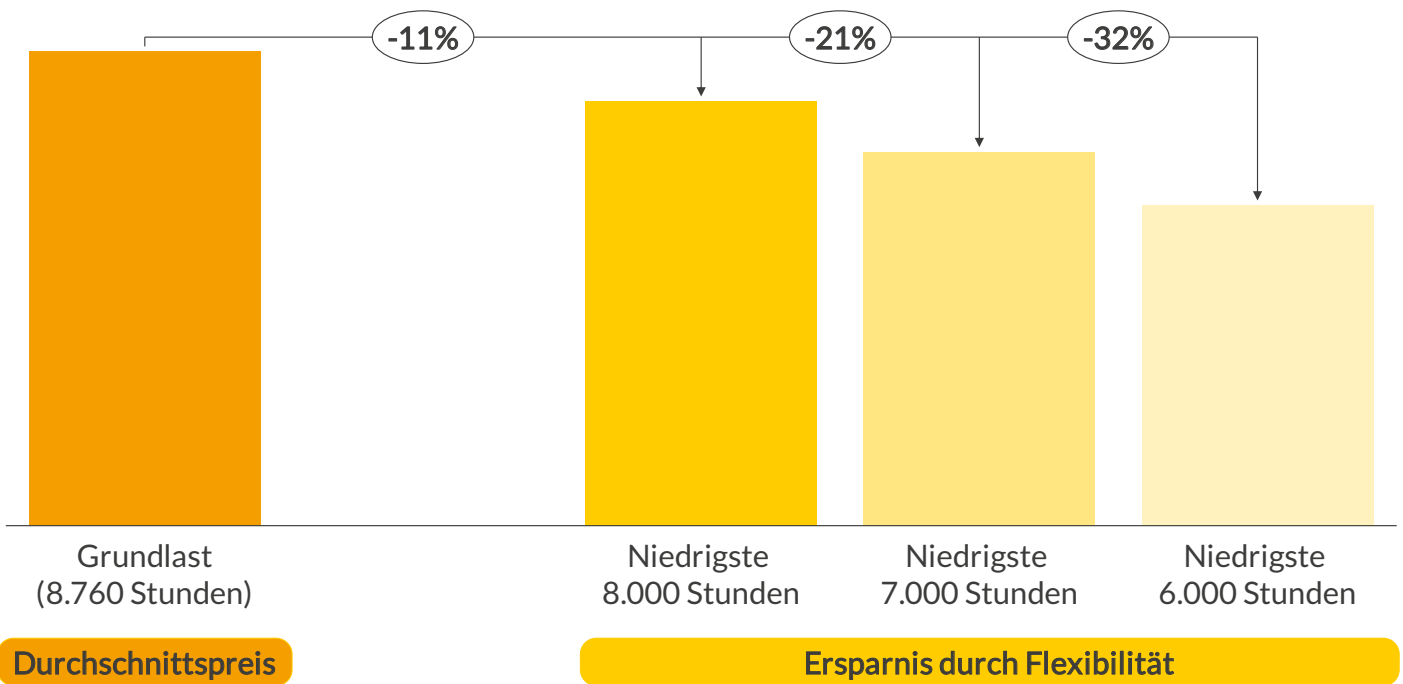


Abbildung 5: Preissenkung durch Vermeidung der teuersten Stunden

¹¹ Eigene Berechnung
¹² EPICO und Guidehouse (2025)

Ebenso wie für die Erneuerbaren Energien gilt auch für die Flexibilität, dass ein geringeres Nachfrageniveau grundsätzlich das Erreichen der Ziele mit geringeren Investitionen erlaubt.

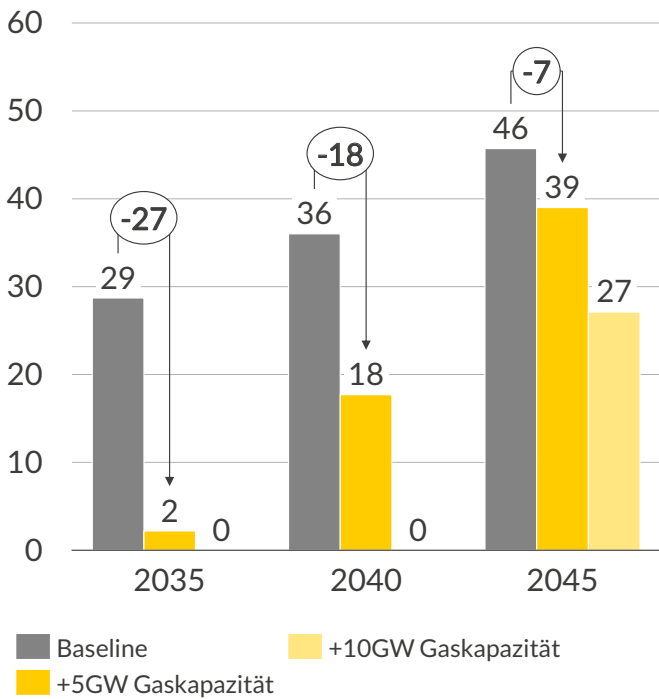
Gerade der Netzentwicklungsplan hat sehr ambitionierte Ziele für den Batterieausbau, der bis 2037 um das Fünffache und bis 2045 um das Neunfache ansteigen soll. Besonders wenn ein starkes Nachfragewachstum und damit auch ein starker Anstieg der EE-Produktion ausbleiben, so werden alternative Gleichgewichte mit weniger Speichern und Flexibilität effizienter sein, auch da sich die Geschäftsmodelle von Speichern basierend auf Erlösen aus den Regelenergiemärkten bei niedrigerer Nachfrage stärker kannibalisieren.

Doch besonders für Batteriespeicher, deren Investitionskosten in den letzten Jahren stark gesunken und deren Ausbau derzeit rein marktwirtschaftlich getrieben ist, scheint eine Verlangsamung des Ausbaus derzeit nicht zweckmäßig. Stattdessen können Reformen des Marktdesigns helfen, Speicher und Nachfrageflexibilität besser in das Stromsystem zu integrieren. Ein Effizienzpotenzial liegt auch in der Installation von weniger Speichern, die jedoch eine höhere Speichertiefe haben. So können Investitionskosten gesenkt werden und es braucht weniger Netzanschlusspunkte, während das System dieselbe Menge an Strom einspeichern kann.

¹⁵ Beispielsweise wurde in der Systemkostenstudie von Aurora und ENBW (2025) angenommen, dass die Batteriekapazität auf 70GW reduziert wird, allerdings bei einer Speicherdauer von 6h. Nimmt man an, dass die Speicherdauer im Netzentwicklungsplan 2h beträgt, so wird die Speichertiefe, also die absolute Energiemenge in MWh, die im Stromsystem eingespeichert werden kann, in der Aurora-ENBW-Studie sogar deutlich erhöht, trotz einer Halbierung der Kapazität gemessen in MW.

LEITLINIE 5: ZUR SICHERSTELLUNG DER VERSORGUNGSSICHERHEIT BRAUCHT ES EIN ZUSAMMENSPIEL VON STEUERBARER LEISTUNG UND FLEXIBILITÄT

Kapazitätslücke im ungünstigsten Wetterjahr
GW



Erzeugung in kritischster modellierter Stunde – Januar 2035, GW

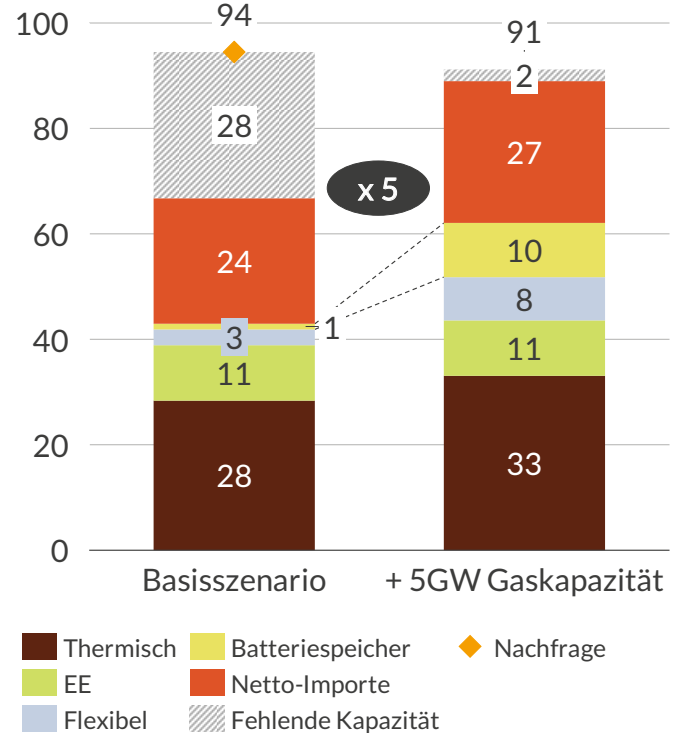


Abbildung 6: Kapazitätslücke und Erzeugung mit zusätzlicher steuerbarer Leistung

Das weiteres zentrale Element der Energiewende liegt in der Bereitstellung steuerbarer Leistung. In einem zunehmend volatilen Stromsystem wird diese gebraucht, um sicherzustellen, dass die Nachfrage auch dann gedeckt werden kann, wenn die Produktion der Erneuerbaren Energien über einen längeren Zeitraum gering ist und andere Flexibilitäten ausgeschöpft sind, z.B. während sogenannter Dunkelflauten. Die aktuelle Bundesregierung hat daher in ihrem Koalitionsvertrag festgehalten, dass sie „den

Bau von bis zu 20 GW an Gaskraftwerksleistung bis 2030 [...] technologieoffen anreizen“ will.¹⁴

Würde Deutschland in den kommenden Jahren keine steuerbare Leistung mehr aufzubauen, aber gleichzeitig weiter in Erneuerbare Energien investieren, weitere Sektoren elektrifizieren und aus der Kohleverstromung aussteigen, könnte es ab den 2030er-Jahren in einzelnen Stunden zu Versorgungslücken kommen. Betrachten wir erneut das Aurora Central Szenario, so sehen wir, dass die

¹⁴ CDU, CSU und SPD (2025): Verantwortung für Deutschland – Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD.

Kapazitätslücke ohne Investitionen in steuerbare Leistung kontinuierlich anwachsen und im Jahr 2035 für ein durchschnittliches Wetterjahr 10 GW betragen würde. In einem extremen Wetterjahr mit besonders wenig Erzeugung aus Solar PV und Windkraft, würde die Kapazitätslücke für das Jahr 2035 in der knappsten Stunde bereits auf 29GW anwachsen.¹⁵

Deshalb hat Aurora Energy Research analysiert, wie sich die Kapazitätslücke unter den Bedingungen eines langsameren Wachstums der Stromnachfrage durch den Zubau an Gaskapazität schließen lassen könnte (siehe Abbildung 5). Hierbei zeigt sich, dass im ungünstigsten Wetterjahr für 2035 schon ein Zubau von 5GW die Kapazitätslücke von 29 auf 2GW reduziert (in 2040: von 36 auf 18GW), während ein Zubau von 10GW die Kapazitätslücke sowohl 2035 als auch 2040 vollständig schließt.¹⁶ Der überproportionale Effekt von schon kleinen Mengen an steuerbarer Leistung lässt sich mit einem verbesserten Einsatz von Speichern und Nachfrageflexibilität erklären. Denn während diese im Basisszenario nicht ausreichen, um die Kapazitätslücke allein zu schließen, da der Engpass dafür zu lange anhält, erlaubt bereits eine kleine Menge an steuerbarer Leistung ihnen, effektiv zum Ausgleich der Engpässe beizutragen. Denn dann kann die Flexibilität gezielt in den Stunden mit der höchsten Kapazitätslücke aushelfen und wird nicht bereits zuvor gebraucht um kleinere Engpässe auszugleichen.

Zum Schließen der Kapazitätslücke braucht es daher ein Zusammenspiel von steuerbarer Leistung und Flexibilität. Durch dieses optimierte Zusammenspiel kann bereits deutlich weniger zusätzliche Gaskapazität als die im Koalitionsvertrag geforderten 20GW, die Versorgungssicherheit in der kurzen und mittleren Frist garantieren. Für das Energiewendemonitoring der Bundesregierung heißt das: Es besteht kurzfristig ein deutliches Kostensenkungspotential für die Ausschreibungen unter dem Kraftwerkssicherheitsgesetz. Denn dieses sollte für die kurzfristige Kapazitätssicherung genutzt werden, während mittelfristig steuerbare Leistungen über einen Kapazitätsmechanismus geschaffen werden können. Während letzterer auch Batteriespeicher und Nachfrageflexibilität fördern könnte, stehen bei ersterem Gaskraftwerke im Vordergrund.

Für den Ausbau der steuerbaren Kapazität gilt dabei dasselbe wie für den Ausbau der Erneuerbaren Energien und der Flexibilität: Während die endgültig benötigte Kapazität von der Stromnachfrage abhängt, ist der Ausbau einer begrenzten Kapazität unbestritten notwendig und kann bereits in der kurzen Frist vorangebracht werden.

¹⁵ Eigene Berechnung

¹⁶ Eigene Berechnung

FAZIT

In ihrer Gesamtheit zeigen die fünf Leitlinien für das Energiewendemonitoring des BMWE: Auch wenn die Stromnachfrage in den kommenden Jahren langsamer wächst als ursprünglich angenommen, bleibt das Vorantreiben der Energiewende in den kommenden Jahren notwendig. Viele Elemente der Energiewende wie der kurzfristige Ausbau der Erneuerbaren, die Förderung der Flexibilität und die Bereitstellung steuerbarer Leistung können dabei als „No Regret“-Maßnahmen angesehen werden. Auch wenn die Zusammenhänge zwischen Stromnachfrage, Energiewende und dem Erreichen der Klimaziele in anderen Sektoren komplex sind, sind diese Maßnahmen unabhängig vom langfristigen Nachfrageniveau notwendig und sinnvoll. Sie sollten daher in dieser Legislaturperiode weiter vorgebracht werden. Gleichzeitig sollte die Gestaltung der Energiewende so ausgerichtet werden, dass sie sowohl bei einem starken als auch einem moderaten langfristigen Wachstum ein Erreichen der Ziele ermöglicht.

Abseits eines Abbremsens der Energiewende, ergeben sich in der Ausgestaltung jedoch konkrete Einsparpotenziale, die dem Effizienzziel des Monitorings entsprechen. Beispielsweise durch die stärkere Betonung von Freiflächen-PV-Anlagen gegenüber auf-Dach-Anlagen sowie der Dimensionierung des kurzfristigen Zubaus steuerbarer Leistung durch das Kraftwerkssicherheitsgesetz. Darüber hinaus ist auch ein Ausbau der Nachfrageflexibilität und von Stromspeichern eine zentrale Maßnahme, die nicht nur zu einem besseren Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage beiträgt, sondern dabei auch deutliche Effizienz- und Einsparpotenziale erschließt.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BDEW	BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT
BMWE	BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE
BUND	BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND
GW	GIGAWATT
TWh	TERRAWATTSTUNDEN

GLOSSAR

AURORA CENTRAL

Das Central-Szenario von Aurora spiegelt die wahrscheinlichste Entwicklung des deutschen Strommarkts bis 2060 wider. Es geht davon aus, dass die deutsche Wirtschaft bis dahin vollständig dekarbonisiert wird. Grundlage dieses Szenarios sind der interne Ausblick auf technologische Entwicklungen wie Investitionskosten sowie intern modellierte Rohstoffpreise. Zudem werden die derzeit angekündigten politischen Maßnahmen berücksichtigt, ergänzt durch eine konservative Einschätzung zukünftiger politischer Zielsetzungen, einschließlich möglicher Subventionen.

AURORA NET ZERO

Das Net-Zero-Szenario von Aurora beschreibt eine Entwicklung des deutschen Strommarkts, bei der die vollständige Dekarbonisierung der Wirtschaft bereits bis 2045 erreicht wird. Es basiert auf einem technologieoffenen Mix aus erneuerbaren Energien und CO₂-armen Grundlasttechnologien. Grundlage dieses Szenarios sind der interne Ausblick auf technologische Entwicklungen und Rohstoffpreise im Rahmen eines globalen Zwei-Grad-Pfads, sowie politische Maßnahmen zur Unterstützung der Transformation in allen relevanten Sektoren.

MERIT ORDER

Die sogenannte Merit-Order bezeichnet die Reihenfolge der einzelnen Stromerzeugungstechnologien nach deren Grenzgestehungskosten. Da Erneuerbare Energien Grenzgestehungskosten nah an Null haben, kommen sie am Anfang der Merit Order, wohingegen z.B. fossile Technologien wie Gaskraftwerke durch höhere Grenzgestehungskosten weiter hinten kommen. Die Merit Order zu einem bestimmten Zeitpunkt hat großen Einfluss auf den Großhandelsstrompreis, da die jeweils teuerste Technologie, die zur Deckung der Nachfrage benötigt wird, den Preis für den Zeitpunkt setzt.

NETTOSTROMNACHFRAGE

Die Nettostromnachfrage, auch Endenergieverbrauch, ist der Verbrauch von Strom abzüglich der Stromverluste beim Transport und des Kraftwerkseigenverbrauchs.

QUELLEN

Aurora Energy Research und ENBW (2025): Systemkostenreduzierter Pfad zur Klimaneutralität im Stromsektor 2040. Studie. URL: https://auroraer.com/wp-content/uploads/2025/04/Aurora_EnBW_Systemkostenstudie_Apr-25_public.pdf

Aurora Energy Research und Agora Energiewende (2025): Erneuerbare Energien senken Strompreise unabhängig von der Nachfrage. Studie. URL: <https://www.agora-energiewende.de/publikationen/erneuerbare-energien-senken-strompreise-unabhaengig-von-der-nachfrage>

BDEW (2025): BDEW-Strompreisanalyse Mai 2025 – Haushalte und Industrie. Studie. URL: https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-Strompreisanalyse_05-2025.pdf

CDU, CSU und SPD (2025): Verantwortung für Deutschland – Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 21. Legislaturperiode. URL: https://www.koalitionsvertrag2025.de/sites/www.koalitionsvertrag2025.de/files/koav_2025.pdf

EPICO und Guidehouse (2025): Prioritäten für eine Flexibilitätsagenda für das deutsche Stromsystem. Studie. URL: https://epico.org/uploads/files/EPICO-Flexibilitaetsagenda_FINAL.pdf

EY und BDEW (2025): Fortschrittsmonitor 2025 – Energiewende. Studie. URL: https://www.bdew.de/media/original_images/2025/05/22/bdew_fortschrittsmonitor-2025.pdf

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft und BUND (2025): Kein Zurück beim EE-Ausbau: Warum eine Reduktion des Erneuerbaren Energien Ausbaus die Klimaschutzziele gefährdet. Studie. URL: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/klimawandel/reduktion-ausbau-erneuerbare-energien-risiko-klimaschutz-bund.pdf

Stiftung Klimaneutralität (2025): 10-Punkte-Plan zur Weiterentwicklung der PV-Politik. Studie. URL: <https://www.stiftung-klima.de/de/politikempfehlungen/10-punkte-plan-zur-weiterentwicklung-der-pv-politik/>

Umweltbundesamt (2025): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Datenbank. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren>

ÜBER UNS

EPICO KlimalInnovation ist eine unabhängige Denkfabrik, die mit klaren Konzepten und tragfähigen, ausgewogenen Lösungen eine konstruktive markt- und innovationsorientierte Klima- und Energiepolitik voranbringt. Wir schaffen ein Netzwerk, das Schlüsselakteure der Klima- und Energiepolitik zusammenbringt, um eine gesellschaftlich breit verankerte Agenda aufzustellen und umzusetzen. Wir bieten eine Plattform für Akteure aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft, um zielführende Ansätze einzubringen, zu beraten und voranzutreiben.

KONTAKT

Berlin-Büro

Energy and Climate Policy and Innovation Council e.V.
Hausvogteiplatz 12
10117 Berlin, Germany

Agata Gurgendze
Senior Communications Specialist
agata.gurgendze@epico.org

Brüssel-Büro

Energy and Climate Policy and Innovation Council e.V.
Rue du Commerce 72
1040 Brussels, Belgium

Michela Sandron
EU Communications Specialist
michela.sandron@epico.org

 [@epicothinktank](https://twitter.com/epicothinktank)

 [EPICO KlimalInnovation](https://www.linkedin.com/company/epico-klimalinnovation)

 [epico.org](https://www.epico.org)