

Positionspapier

Die Energiewende durch Innovation vorantreiben und nachhaltig sichern



Die Energiewende durch Innovation vorantreiben und nachhaltig sichern

Deutschland hat sich dem Ziel der Klimaneutralität bis 2045 verpflichtet. Dies erfordert eine zügige und grundlegende Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energien. Innovationen bei Elektrifizierung und Wasserstoff sind Schlüssel für die Dekarbonisierung der Industrie und des Verkehrs. Sozio-ökonomische Faktoren wie die Wirtschaftslage oder die geopolitische Weltordnung müssen einbezogen werden, um Investitionen optimal zu planen sowie die Resilienz und die Akzeptanz der Transformation zu erhöhen.

Aktueller Kontext und Relevanz

Um Klimaneutralität zu erreichen, ist eine **Transformation** aller Sektoren, von Industrie über Verkehr bis zu Gebäuden erforderlich. Die Transformation erfordert **innovative Lösungen** und **hohe** zielgerichtete **Investitionen**. Zusätzlich zu technischen und wirtschaftlichen Aspekten spielt die **gesellschaftliche Akzeptanz** eine entscheidende Rolle für den Erfolg. Verspätetes Handeln oder nicht zu handeln würde nicht nur die wirtschaftlichen Kosten, sondern auch die indirekten klimabedingten Gesundheitskosten vervielfachen. Im Gegensatz dazu bietet die **entschlossene und zügige Umsetzung der Transformation** enorme wirtschaftliche, soziale und ökologische Chancen.

Die Energiewende ist eine der größten Aufgaben des 21. Jahrhunderts. Eine erfolgreiche Transformation des Energiesystems erfordert die **Zusammenarbeit verschiedener Wissenschaftsdisziplinen**. Helmholtz Energy schafft durch **interdisziplinäre Forschung** von den **Grundlagen bis zur Anwendung** die **wissenschaftliche Basis** für ein klimaneutrales Energiesystem, das ökonomisch, ökologisch und gesellschaftlich tragfähig ist. Dank fachübergreifender Expertise haben Wissenschaftler:innen aus Helmholtz Energy das **komplexe Zusammenspiel** zwischen Energiebedarf, ökonomischen und gesellschaftlichen Zielen sowie Umweltbelangen analysiert und die wichtigsten Maßnahmen identifiziert, um die **Energiewende voranzutreiben, Investitionen optimal zu planen** und die **Akzeptanz der Transformation zu erhöhen**.

Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen

Folgende Maßnahmen müssen im Zentrum der Energiewende-Strategie stehen:

- Die ausreichende **Verfügbarkeit erneuerbarer Energien** bleibt Voraussetzung für die meisten Technologielösungen. Dies erfordert einen **beschleunigten Ausbau**. Dazu muss das **Stromnetz weiterentwickelt** werden, um zusätzliche Kapazitäten in Übertragungs- und Verteilnetzen zu schaffen.
- **Flexibilität** im Stromnetz ist unabdingbar, weil erneuerbare Energien fluktuierende und saisonal schwankende Energiequellen sind. Um die **Versorgungssicherheit** zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten, müssen daher **Flexibilitätpotenziale** durch **Speichersysteme, Sektorkopplung** und **smarte Energienutzung** erschlossen werden.
- **Elektrifizierung** wo möglich und **klimaneutraler Wasserstoff sowie klimaneutrale synthetische Kraft-, Brenn- und Grundstoffe** wo technisch erforderlich, ergänzen sich in der Transformation des Verkehrs- und Industriesektors.
- Die **Wärmewende im Gebäudesektor** ist essentieller Bestandteil einer erfolgreichen Energiewende. Die Wärmeversorgung der Zukunft muss auf dem **Zusammenspiel** von **Effizienz**, verschiedener **erneuerbarer Wärmetechnologien** sowie der **Kopplung mit dem Stromsektor** basieren. Der **Wärmebedarf** muss erheblich **sinken** und

Wärmepumpen, Fern- und Nahwärmenetze, Geothermie und intersaisonale Wärmespeicher müssen eingebunden werden.

Zusätzlich zu diesen Maßnahmen sind politische Strategien notwendig, um die Energiewende resilient und finanziell tragbar zu gestalten:

- Beim **Aufbau einer internationalen Infrastruktur zum Wasserstofftransport** müssen **geopolitische Abhängigkeiten** beachtet werden. Sie können durch die **Diversifizierung der Lieferländer** und den langfristigen Aufbau von **Energiepartnerschaften** mit politisch stabilen Ländern minimiert werden.
- **Kritische Rohstoffe** müssen gesichert werden. Geeignete **geopolitische Strategien** sind notwendig, um potenziellen Rohstoffengpässen – und den entsprechenden Preisanstiegen – entgegenzuwirken. Der Aufbau einer **Kreislaufwirtschaft** und der Ersatz durch **alternative Rohstoffe und Materialien** sind weitere Strategien, um Abhängigkeiten zu verringern.

Ein konstruktiver Dialog und Austausch zwischen allen beteiligten Akteuren aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft ist von entscheidender Bedeutung, um eine wirtschaftlich tragfähige, ökologisch und sozial verträgliche Transformation zu einem klimaneutralen Energiesystem zu gewährleisten.

Über Helmholtz Energy

Mit **Forschung von den Grundlagen bis zur Anwendung** schafft Helmholtz Energy, der Forschungsbereich Energie der Helmholtz-Gemeinschaft, die **wissenschaftlichen Voraussetzungen** für eine klimaneutrale Energieversorgung, die ökonomisch und gesellschaftlich getragen wird. Helmholtz Energy zeichnet sich durch eine **einzigartige Kombination von systemischer Perspektive, breiter Forschung und umfangreichen Forschungsinfrastrukturen** aus.

In **interdisziplinären Programmen** entwickeln die **mehr als 2200 Forschenden** zukunftsweisende Lösungen für den nachhaltigen Umbau der Energieversorgung in Deutschland und weltweit. Dafür **erforschen, entwickeln und bewerten** sie innovative Wandlungs-, Verteilungs-, und Speichertechnologien – **von der Materialentwicklung bis zur innovativen Lösung**. Unter Einbezug aller relevanten Ketten zur Energiewandlung und zukunftsicherer technologischer Optionen erarbeitet Helmholtz Energy **ganzheitliche, sektorenübergreifende** Konzepte und Lösungen für ein Energiesystem der Zukunft.

An Helmholtz Energy sind folgende Helmholtz-Zentren beteiligt: das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Forschungszentrum Jülich (FZJ), das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und das Karlsruher Institut für Technologie (KIT); das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) ist wissenschaftlich assoziiertes Zentrum.

Website: <https://energy.helmholtz.de>

Kontakt

Helmholtz-Vizepräsident Energie

Bernd Rech, bernd.rech@helmholtz-berlin.de

Helmholtz Energy Office

Núria González, nuria.gonzalez@kit.edu; Andrea Meyn, andrea.meyn@kit.edu; Heike Boos, heike.boos@kit.edu

Stand Dezember 2024

Zusätzliche Informationen: Zahlen zur Energiewende

Die Energiewende in Deutschland hat bereits bedeutende Erfolge erzielt.

- Deutschlands **Treibhausgasemissionen** sind 2024 im Vergleich zum Vorjahr um 3% gesunken, was einer Reduktion von 48% gegenüber 1990 entspricht. Haupttreiber der Reduktion ist der Sektor Energiewirtschaft.¹
- Der **Anteil erneuerbarer Energien** an der Stromerzeugung hat weiter zugenommen. Gemessen an der Gesamtstromerzeugung entfielen 254,9 TWh oder **59% auf erneuerbare Energieträger**. **Windkraftanlagen** lieferten mit 32% den **größten Anteil aller Energieträger** an der Gesamterzeugung.²
- Der **Ausbau von Wind- und Solarenergie** hat deutlich an Fahrt aufgenommen. Im Jahr 2024 wurden 16,2 GW Solarleistung zugebaut, so dass zum Jahresende **insgesamt 99,3 GW Solarleistung** in Deutschland installiert waren. Auch im vergangenen Jahr wurden Genehmigungen für knapp 15 GW Windenergie an Land erteilt. Die gesamte installierte **Windenergieleistung** lag damit Ende 2024 bei **63,5 GW**. Die hohen Genehmigungszahlen lassen für die kommenden Jahre steigende Inbetriebnahmen erwarten.³

Investitionen in neuen Technologien und Infrastruktur für die Energiewende, sowie private und öffentliche Investitionen in Forschung, haben nicht nur zur Reduktion der **Treibhausgasemissionen** beigetragen, sondern auch **wirtschaftliche Vorteile** gebracht:

- Ohne die in der EU im Zeitraum 2021-2023 neu installierten PV- und Windkraftanlagen wären **die Stromerzeugungskosten um rund 100 Mrd. EUR gestiegen**.⁴
- Diese neuen PV- und Windkraftanlagen haben rund 230 TWh teurer fossiler Brennstoffe ersetzt und damit die Abhängigkeit der EU von **russischen Gasimporten verringert**.

In dieser Zeit, in der der Ausbau der Erzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien richtig Fahrt aufgenommen hat, sind **neue Herausforderungen** entstanden. **Netz- und Speicherausbau** sowie die **Digitalisierung der Energieinfrastruktur** sind dringend notwendig, um das Potenzial der erneuerbaren Energien voll auszuschöpfen. Diese Technologien sind auch Schlüssel, um die derzeit hohen Energiepreise zu senken und damit weitere Investitionen freizusetzen, die für einen umfassenden Umbau des Energiesystems notwendig sind.⁵

Angesichts dieser Herausforderungen arbeitet **Helmholtz Energy** intensiv an der Entwicklung von Innovationen, die die **Umsetzung eines nachhaltigen Energiesystems beschleunigen** und dazu beitragen, die Energiekosten zu senken und die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Unter anderem forscht **Helmholtz Energy** – von den Grundlagen bis zur Anwendung – an Technologien, die einen wesentlichen Beitrag zum Energiemix leisten, an bezahlbaren und nachhaltigen Speichertechnologien, und an der Digitalisierung der Energieinfrastruktur.

Diese Technologien haben ein **enormes Einsparpotenzial an CO₂-Emissionen und Kosten**. Durch den Einsatz von Energiespeichersystemen könnte die EU bis 2030 jährlich bis zu 9 Mrd. EUR an Gaskosten einsparen.⁶ Digitale Technologien können wesentlich dazu beitragen, dass Deutschland seine Klimaziele bis 2030 erreicht und gleichzeitig seine Wettbewerbsfähigkeit

¹ Agora Energiewende (2025): *Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2024. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2025*.

² [Daten zum Strommarkt 2024](#), Bundesnetzagentur, Januar 2025

³ [Ausbau Erneuerbarer Energien 2024](#), Bundesnetzagentur, Januar 2025

⁴ IEA (2023), [Renewable Energy Market Update - June 2023](#), IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0

⁵ Infrastrukturstudie 2024: *Die Rolle von Energie- und digitaler Infrastruktur bei der unternehmerischen Transformation in Deutschland*, CFIN 2024

⁶ *EU Battery Storage is Ready for its Moment in the Sun*, EMBER 2024

steigert. Durch die Digitalisierung der Energieversorgung in der industriellen Produktion können im Jahr 2030 bis zu 12,7 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden.⁷

Die Bundesregierung muss optimale Rahmenbedingungen für eine sichere, bezahlbare und klimaverträgliche Versorgung mit erneuerbaren Energien schaffen. Dazu gehört unter anderem eine **verlässliche Förderung der Energieforschung**. Technologische Innovationen im Energiebereich sind entscheidend für das Gelingen der Energiewende, die nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz leistet, sondern auch die Importabhängigkeit Deutschlands verringert und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie stärkt.⁸

Kontakt

Helmholtz-Vizepräsident Energie

Bernd Rech, bernd.rech@helmholtz-berlin.de

Helmholtz Energy Office

Núria González, nuria.gonzalez@kit.edu; Andrea Meyn, andrea.meyn@kit.edu; Heike Boos, heike.boos@kit.edu

Stand Januar 2025

⁷ *Klimaeffekte der Digitalisierung 2.0*, Bitkom / Accenture, 2024

⁸ *Prioritäten für die Energieforschung in Deutschland*, BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie