

FEL-Auslandsstipendium Chiara Fusar Bassini

© shutterstock_ktdesign

Künstliche Intelligenz

Vereinigte Staaten von Amerika

Autoren Allgemein USA: **Rafail Kasapis / Chiara Bassini**
 Autorin Künstliche Intelligenz: **Chiara Bassini**

Datum/Stand: **November 2025**

Allgemein

Stand Energiewende

Die USA haben unter der Biden-Harris-Regierung (2021–2024) im Rahmen der *Long-Term Strategy for Net-Zero Emissions* und des Inflation Reduction Act (IRA, 2022) das Ziel festgelegt, bis 2035 eine klimaneutrale Stromversorgung und bis 2050 Klimaneutralität der Gesamtwirtschaft zu erreichen. Diese ambitionierte Agenda wird durch den IRA, das bislang größte US-Klimaprogramm mit über 370 Mrd. USD, finanziell unterstützt.¹

Er fördert Investitionen in erneuerbare Energien, grünen Wasserstoff, Energiespeicher, Elektromobilität sowie die Modernisierung der Netzinfrastruktur. Im Jahr 2023 wurde in den USA eine Rekordkapazität von 42 GW an neuen erneuerbaren Energien ans Netz gebracht (Solar rund 32,4 GW² und Wind mit rund 8,5 GW³). Der Anteil erneuerbarer Energien am US-Strommix erreichte 2024 etwa 24 %, während Kernenergie rund 20 % und fossile Energieträger 56 % beitrugen. Führende Bundesstaaten beim Ausbau sind Texas, Kalifornien und Florida.⁴

Seit dem Amtsantritt von Präsident Donald Trump im Januar 2025 hat sich die energie- und klimapolitische Ausrichtung verschoben: Die neue Regierung setzt stärker auf Energiesouveränität und Wirtschaftswachstum, hat den Austritt aus dem Pariser Klimaabkommen eingeleitet (noch nicht vollzogen) und die Förderung für Offshore-Wind und Elektromobilität reduziert. Zugleich wurden Genehmigungsverfahren für Öl-, Gas- und LNG-Projekte beschleunigt.

Dennoch bleibt der Inflation Reduction Act als Bundesgesetz in Kraft. Zahlreiche Bundesstaaten mit eigener Klimagesetzgebung, wie Kalifornien, New York, Massachusetts und Washington, führen ihre Programme weiter und nutzen weiterhin IRA-Fördermittel. Der Übergang zu einer klimaneutralen Energieversorgung verlangsamt sich somit, wird aber nicht gestoppt.

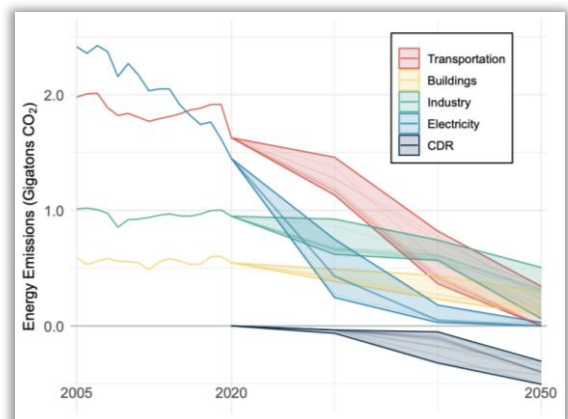


Abbildung 1: U.S. Energie-CO2-Emissionen bis 2050 nach Wirtschaftssectoren.¹

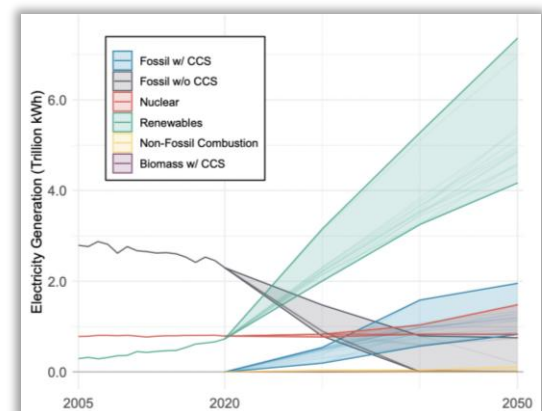


Abbildung 2: U.S. Stromerzeugung 2005-2050. Erzeugung nach Quellen in Milliarden Kilowattstunden.¹



Status quo: Voraussetzungen für die Digitalisierung der Energiewende

Technische Voraussetzungen

- Das US-Stromnetz ist föderal fragmentiert und vielerorts überlastet.
- Über 1 000 GW Solar- und 250 GW Windprojekte warten derzeit auf Netzanschluss.
- Laut DOE muss sich die Netzkapazität bis 2050 mindestens verdoppeln, um die Klimaziele zu erreichen.
- Der Digitalisierungsgrad ist weit fortgeschritten. Bereits Ende 2023 waren über 80 % der Gebäude mit intelligenten Zählern ausgestattet und Smart Grids werden zunehmend integriert.⁵
- Gleichzeitig nehmen Cyberrisiken deutlich zu, was Investitionen in Netzsicherheit notwendig macht.

Politische Voraussetzungen

- Unter der Biden-Harris-Regierung wurden durch den Inflation Reduction Act (IRA) wichtige Rahmenbedingungen für Investitionen in Netze und Digitalisierung geschaffen.⁶
- Seit Präsident Trumps Amtsantritt (2025) liegt der Fokus stärker auf Energiesouveränität und Deregulierung; einige Förderprogramme wurden reduziert.
- Dennoch bleiben zentrale Infrastrukturprojekte bestehen, und Bundesstaaten wie Kalifornien, New York und Massachusetts führen ihre Digital-Energy-Initiativen weiter.

Welche Faktoren sind für die Energiewende bzw. die Digitalisierung des Energiesektors förderlich und welche nicht?

Förderlich

- Der Inflation Reduction Act (IRA) bleibt der wichtigste Investitionsmotor und sichert Förderung für die Energie Wende.
- Die USA verfügen über eine hohe Innovationskraft und führende Position in KI, Automatisierung und digitalen Energielösungen, was die Netzsteuerung und Energieeffizienz verbessert.⁷
- Die weit verbreitete Smart-Meter-Infrastruktur ermöglicht datenbasierte Netzoptimierung und flexible Verbrauchersteuerung.
- Bundesstaatliche Programme in Kalifornien, New York oder Massachusetts treiben den Ausbau erneuerbarer Energien unabhängig von der Bundespolitik weiter voran.

Nicht förderlich

- Netzengpässe und ein massiver Anschluss-Backlog bei Solar- und Windprojekten bremsen den Ausbau.⁷
- Die uneinheitliche Regulierung zwischen Bund, Staaten und Netzbetreibern erschwert Investitionen und Planungssicherheit.
- Der politische Kurswechsel seit 2025 führt zu Unsicherheit über künftige Förderbedingungen.
- Cyberrisiken und der steigende Strombedarf durch Rechenzentren und KI belasten die Netzstabilität.

Allgemeine Digitalisierungstrends in den Vereinigten Staaten

- Die USA bleiben Weltmarktführer in Künstlicher Intelligenz (KI). 2023–2025 wurden über 100 neue KI-Basismodelle entwickelt.⁸ KI wird zunehmend für Energieprognosen, Netzsteuerung und Effizienzanalysen eingesetzt.⁹
- Der Energiebedarf digitaler Infrastrukturen wächst rasant: Rechenzentren verbrauchen rund 4 % des US-Stroms und könnten bis 2027 auf 7 % steigen.¹⁰
- Große Technologieunternehmen wie Amazon, Microsoft und OpenAI investieren in Kernenergie und erneuerbare Projekte, um ihre Rechenzentren klimaneutral zu betreiben.¹¹
- Internet of Things (IoT), Smart Grids und Blockchain-Technologien werden breit in Stadt- und Netzsystemen eingesetzt, um Energieflüsse effizienter und transparenter zu gestalten.¹²
- Quanteninformatik entwickelt sich zu einem strategischen Schwerpunkt der US-Forschung und soll künftig bei der Optimierung komplexer Energiesysteme eingesetzt werden.¹³



Fokusthema: Künstliche Intelligenz für das Marktdesign

Neue Trends zu Künstlicher Intelligenz für das Marktdesign

Im Unterschied zu europäischen Energiemärkten, die Day-Ahead-Handel und Redispatch-Prozesse trennen, berücksichtigen viele amerikanische Märkte Anlaufkosten konventioneller Kraftwerke sowie Netzbeschränkungen direkt in der Preisbildung. Der Marktpreis bildet sämtliche Erzeugungskosten ab und wird durch komplexe, nichtlineare Optimierungsprobleme bestimmt, die neben der Kostenminimierung auch Wettbewerbsfähigkeit und Robustheit berücksichtigen.¹⁴

Klassische Optimierungssoftware stößt bei steigender Komplexität an ihre Grenzen. Künstliche Intelligenz kann Prognosen von Nachfrage und erneuerbarer Erzeugung verbessern, robuste Netzoptimierungen beschleunigen und Preisanreize sowie Marktstrukturen analysieren.¹⁵

Analysen von Erzeugungskurven von Gaskraftwerken zeigen, wie KI Anlagen nach ihrem Einsatzverhalten klassifiziert, um flexible von starr betriebenen Kraftwerken zu unterscheiden. Letztere sind oft durch lokale Rahmenbedingungen, KWK-Erzeugung oder industriellen Eigenverbrauch geprägt. Zusätzlich wurden Daten eines amerikanischen Übertragungsnetzbetreibers genutzt, um Marktmachtstrukturen zu untersuchen. Im Mittelpunkt standen Automated Mitigation Procedures (AMP), die Kraftwerksgebote automatisiert prüfen und strategische Machtpositionen begrenzen. AMP wird in den USA bereits eingesetzt (z. B. bei ISO New England), in Europa jedoch bislang nur diskutiert. Die Kombination aus Flexibilitätsanalyse und AMP-Bewertung zeigt, dass KI im Marktdesign sowohl die Effizienz von Optimierungsprozessen steigern als auch fairere Wettbewerbsbedingungen unterstützen kann.

Welche Faktoren sind für den Einsatz Künstlicher Intelligenz im Marktdesign förderlich und welche nicht?

Förderlich

- Transparente Modelle, die Vertrauen schaffen (Explainable AI)
- Robuste Modelle, die die Physik von Stromnetzen berücksichtigen
- Anpassung des gesetzgeberischen Rahmens

Nicht förderlich

- Eine mögliche Monopolisierung von Rechenkapazitäten und KI-Expertise bei wenigen großen Unternehmen kann den Zugang für kleinere Marktteilnehmer einschränken.

Wichtige Akteure

Anlaufstellen für Energie und Digitalisierung in den Vereinigten Staaten

Federal Energy Regulatory Commission (FERC): Zuständig für die Regulierung des zwischenstaatlichen Energiehandels und die Aufsicht über Großhandelspreise für Strom, Erdgas und Öl. www.ferc.gov

Department of Energy (DOE) – Hauptverantwortliche Bundesbehörde für Energiepolitik, Forschung und Innovation. Das DOE fördert erneuerbare Energien, Netzsicherheit und Digitalisierung, unter anderem durch das *Office of Cybersecurity, Energy Security and Emergency Response (CESER)*. www.energy.gov

Energy Information Administration (EIA) – Liefert unabhängige Daten und Analysen zur Energieversorgung der USA. www.eia.gov

Environmental Protection Agency (EPA) – Zuständig für Umwelt- und Klimaschutzprogramme im Energiesektor. www.epa.gov

Weitere relevante Organisationen:

United States Energy Association (USEA) – www.usea.org

National Association of Regulatory Utility Commissioners (NARUC) – www.naruc.org

Smart Electric Power Alliance (SEPA) – www.sepapower.org

National Association of State Energy Officials (NASEO) – www.naseo.org



Referenzen

1. www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/10/us-long-term-strategy.pdf
2. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/29265/umfrage/neu-installierte-nennleistung-der-solarenergie-in-den-usa-seit-2004/>,
<https://www.gtai.de/de/trade/usa/branchen/solarsparte-zieht-in-den-usa-an-windkraft-vorbei-1735908>
3. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-08/land-based-wind-market-report-2023-edition.pdf>
4. <https://www.statista.com/statistics/183396/proportion-of-renewables-in-us-electricity-generation-since-2000/>
5. <https://www.power-grid.com/smart-grid/metering/smart-meter-penetration-surpasses-80-in-north-america/>
6. <https://home.treasury.gov/policy-issues/inflation-reduction-act>
7. <https://www.boeckler.de/de/boeckler-impuls-aufbruchstimmung-in-den-usa-62062.htm>
8. <https://hai-production.s3.amazonaws.com/files/hai-ai-index-2025-policy-highlights.pdf>
9. <https://www.gtai.de/de/trade/usa/branchen/ki-investitionen-in-den-usa-steigen-sprunghaft-an-1775554>
10. <https://www.mckinsey.com/industries/private-capital/our-insights/how-data-centers-and-the-energy-sector-can-sate-ais-hunger-for-power>
11. <https://www.nasdaq.com/articles/billionaires-bill-gates-jeff-bezos-and-sam-altman-are-investing-nuclear-energy-hand-over>
12. <https://technologymagazine.com/top10/top-10-technology-trends-for-2024>
13. <https://www.quantum.gov/>
14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779613002873>
15. <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-environ-020220-061831>



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie**

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

KONTAKT

Jana Hammerer
Expertin Digitale Technologien

Tel.: +49 30 66 777-825
E-Mail: jana.hammerer@dena.de

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Chausseestraße 128 a
10115 Berlin

www.dena.de | www.future-energy-lab.de

Stand 11/2025
Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.