



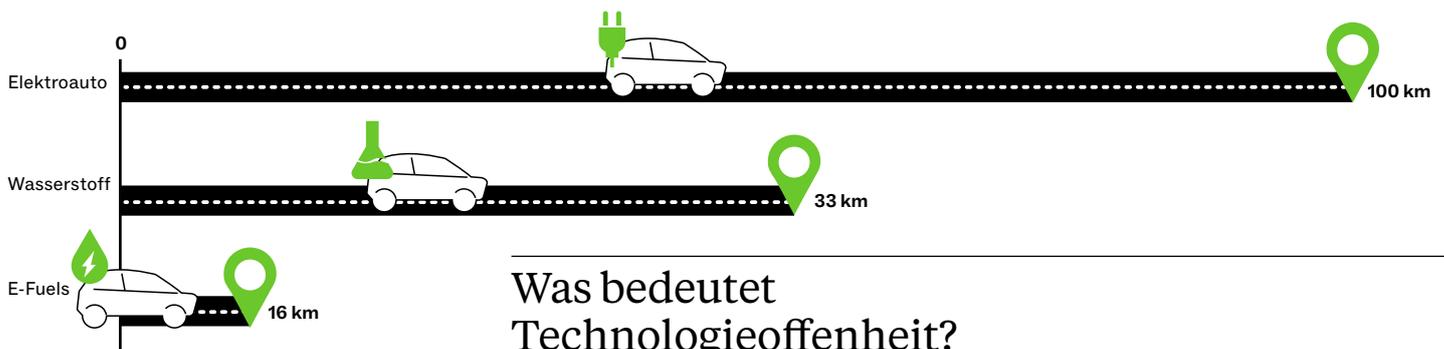
Technologieoffenheit hat Grenzen

Warum Priorisierung die Energiewende beschleunigt

Die Energiewende ist der Schlüssel, um die Klimakrise einzudämmen. Dabei wird immer wieder mehr Technologieoffenheit gefordert – als Weg zu mehr Innovation und wirtschaftlicher Effizienz, aber auch als Kritik an staatlicher Steuerung. Technologieoffenheit kann wichtig sein, ist aber nicht immer zielführend. Von Marie Wettingfeld und Anna Brehm, unter Mitarbeit von Selina Surek

Elektroautos kommen weiter:

Reichweite der verschiedenen Antriebe mit 18 kWh Strom
Quelle: VCD 2023¹



Was bedeutet Technologieoffenheit?

Technologieoffenheit beschreibt die Bereitschaft, verschiedene technologische Ansätze zuzulassen und zu fördern, um ein Ziel zu erreichen. Die Politik setzt dabei den Rahmen, wie z. B. die Klimaziele, trifft aber keine technologischen Festlegungen. Die Idee dahinter: Die effizienteste Technologie setzt sich am Markt durch, wenn Kosten, Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte fair bewertet werden.

In der Realität sind die Voraussetzungen für völlige Neutralität bei der Wahl der passendsten Technologie jedoch oft nicht gegeben. Perfekte Marktbedingungen – ohne Verzerrungen wie nicht eingepreiste Umwelt- und Gesundheitskosten, Mono-

pole oder Informationsdefizite – gibt es nicht. Staatliche Eingriffe sind nötig, um solche Marktverzerrungen auszugleichen und Lösungen voranzutreiben, mit denen die Klimaziele bestmöglich erreicht werden können.

Die Energiewende ist in vielen Bereichen technologieoffen. Neben den klassischen Grundformen Windenergie, Solarenergie, Bioenergie und Wasserkraft wird auch in Wasserstoff, Speichertechnologien und innovative Ansätze wie Agri-Photovoltaik investiert. Doch an manchen Stellen ist es mit Blick auf die Kosten, Effizienz oder zeitliche Dringlichkeit notwendig, politisch zu priorisieren.²

Technologieoffenheit ist nicht immer effizient

Technologieoffenheit wird häufig als Gegenpol zu vermeintlichen Verboten oder staatlicher Steuerung dargestellt. Kritiker werfen der Politik vor, durch die Förderung bestimmter Schlüsseltechnologien wie Wärmepumpen oder Elektroautos die Vielfalt möglicher Lösungen einzuschränken.³ Doch ein genauer Blick auf die volkswirtschaftliche Effizienz zeigt: Technologieoffenheit ist an vielen Stellen richtig und wichtig – aber an manchen Stellen ineffizient.

Ein technologieoffener Wettbewerb ist sinnvoll, wenn es viele unterschiedliche Optionen gibt, um ein Ziel zu erreichen, und noch nicht klar ist, welche Technologien aktuelle und zukünftige Anforderungen am besten erfüllen.⁴ Begrenzte Finanzmittel und der Zeitdruck durch die Klimakrise setzen der Technologieoffenheit bei der Energiewende jedoch Grenzen und erfordern steuernde Festlegungen. Handlungsleitend sollte daher sein, das zu fördern und zu nutzen, was es schon gibt oder eine Chance auf baldige Marktreife hat.

Die Forderung nach Technologieoffenheit ist somit nicht immer zielführend, da die gleichzeitige Entwicklung vieler Ansätze auch Nachteile mit sich bringt:

► **Hohe Kosten:** Der Markthochlauf mehrerer Technologien erfordert zusätzliche Investitionen, ebenso wie parallele Infrastrukturen und Anpassungsprozesse. Es wird nicht möglich sein, Infrastrukturen für alle theoretisch möglichen Lösungen bereitzustellen – insbesondere angesichts der knappen öffentlichen Kassen. Der Aufbau einer Tankinfrastruktur für Wasserstoff- und Elektroautos ist deutlich teurer als die Fokussierung auf ein flächendeckendes Ladesäulennetz.

► **Verzögerung der Energiewende:** Die Ressourcen Zeit, Geld und Personal sind begrenzt. Parallele Ansätze gleichzeitig zu verfolgen, kann zentrale Technologien ausbremsen.⁵

► **Unsicherheit für Unternehmen und Haushalte:** Inkonsistente Förderungen, unklare politische Signale und eine fehlende langfristige und verlässliche energiepolitische Strategie können Investitionen und Innovationen hemmen.⁶ Technologieoffenheit setzt voraus, dass Unternehmen bzw. der Markt die besten Lösungen identifizieren können, doch oft fehlt das nötige Wissen

aufgrund der Komplexität und Unsicherheiten der Energiewende. Die Politik muss diese Unsicherheiten durch klare Vorgaben reduzieren. Das verhindert falsche Entscheidungen und dass Investitionen aufgeschoben werden, gleichzeitig kann es die Energiewende kostengünstiger machen. Ein Beispiel dafür sind Investitionen in Heizsysteme: Mit dem Einbau einer Heizung legen sich Haushalte in der Regel für 25 Jahre auf eine Technologie fest. Wer sich heute für eine Gasheizung in der Hoffnung auf bezahlbare grüne Gase (z. B. grüner Wasserstoff) in der Zukunft entscheidet, könnte durch steigende Brennstoffpreise oder begrenzte Verfügbarkeit später erhebliche Mehrkosten haben – eine finanzielle Belastung, die schwer rückgängig zu machen ist. Ähnlich verhält es sich in der Industrie: Unternehmen, die in Gaskraftwerke oder Wasserstoff-Ready-Technologien investieren, riskieren hohe Folgekosten, wenn sich die benötigten Energieträger als nicht wirtschaftlich oder unzureichend verfügbar erweisen.

1 VCD (2023): E-Fuels, VCD Faktencheck, [↗ http://bit.ly/4IENKT4](http://bit.ly/4IENKT4)

2 Fraunhofer ISI (2021): Sieben Empfehlungen zum Gelingen der Energiewende, [↗ http://bit.ly/4kU8aGy](http://bit.ly/4kU8aGy); sowie Erneuerbare Energien Hamburg (2022): Das Problem mit der Technologieoffenheit, [↗ http://bit.ly/4o3ZXT6](http://bit.ly/4o3ZXT6)

3 Welt (2019): „Wir bewegen uns in eine Wasserstoff-Gesellschaft hinein“, [↗ http://bit.ly/4kQobNK](http://bit.ly/4kQobNK)

4 Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ (2019): Technologieoffenheit, Technologieneutralität und Technologie-spezifität: Eine ökonomische Einordnung am Beispiel der Verkehrswende, [↗ http://bit.ly/4eZQd8c](http://bit.ly/4eZQd8c)

5 Helmholtz 30 (2023): Mit zweifelhaften Klima-Kompromissen verspielen wir unsere Zukunft, [↗ http://bit.ly/40zELu9](http://bit.ly/40zELu9)

6 PwC (2024): Auf ein Watt – Der Blog für die Energiewirtschaft – „Investitionen in die Energiewende lohnen sich – Doch wie hoch sind die Kosten der Klimaschutzziele?“, [↗ http://bit.ly/4kP676D](http://bit.ly/4kP676D); sowie IEA (2025): Länderprüfung Energiepolitik Deutschland 2025, [↗ http://bit.ly/46jGIUB](http://bit.ly/46jGIUB)

7 AEA (2022): gÖl.Mobil. Einsatz von grünen Treibstoffen in der Mobilität, [↗ http://bit.ly/45tyFyf](http://bit.ly/45tyFyf)

8 Fraunhofer Institut (2023): E-Fuels sind nicht sinnvoll für den großflächigen Einsatz bei Pkw und Lkw, [↗ http://bit.ly/48jvE5i](http://bit.ly/48jvE5i); sowie Heinrich Böll Stiftung (2022): Durch den Auspuff gejagt: Richtige Technologie, falscher Zweck, [↗ http://bit.ly/4monBaW](http://bit.ly/4monBaW)

9 Elektroauto News (2024): VW-CEO fordert Tempo, Kostenbewusstsein – und Abkehr von E-Fuels für Pkw, [↗ http://bit.ly/4kWcwgx](http://bit.ly/4kWcwgx)

10 Ariadne (2025): Ariadne-Szenarienreport, [↗ http://bit.ly/3IXCRNK](http://bit.ly/3IXCRNK)

11 Statista (2023): Wärmepumpen vier Mal effizienter als Ölheizungen, [↗ http://bit.ly/4IC3fub](http://bit.ly/4IC3fub); sowie Energie Experten (2022): Wärmepumpe oder Wasserstoff? Wissenschaft ist sich einig!, [↗ http://bit.ly/4pskhOz](http://bit.ly/4pskhOz)

12 BMWK (2024): Fakten zur Wärmepumpe, [↗ http://bit.ly/4golkK9](http://bit.ly/4golkK9)

13 IEA (2025): Länderprüfung Energiepolitik Deutschland 2025, [↗ http://bit.ly/3IG770](http://bit.ly/3IG770)

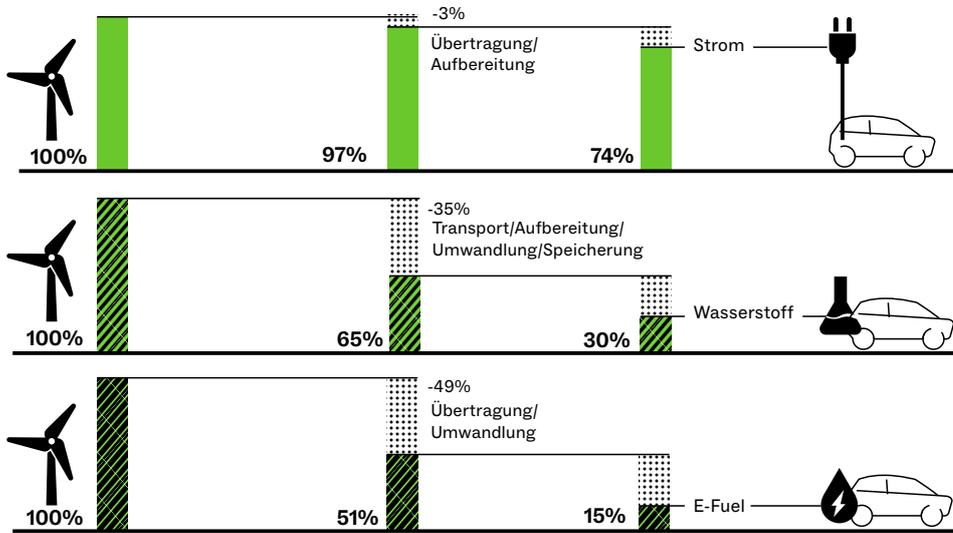
14 ADAC (2024): Synthetische Kraftstoffe: Sind E-Fuels die Zukunft der Mobilität?, [↗ http://bit.ly/4o4k4QX](http://bit.ly/4o4k4QX)

15 Heinrich-Böll-Stiftung (2021): Die kommunale Wärmeplanung, <http://bit.ly/46psMTB>

Technologieoffenheit und Klimaschutz sind kein Widerspruch

Wirkungsgrad: Elektroautos liegen weit vorne

Quelle: eigene Darstellung, AEA 2022⁷



E-Fuels: Eine ineffiziente Alternative

Einzelne Akteure setzen sich stark für E-Fuels im Pkw-Bereich ein, obwohl wissenschaftliche Studien und selbst die Automobilindustrie diese ablehnen.⁸ Laut Fraunhofer ISI braucht es bis zu fünfmal mehr Energie, ein Elektroauto mit E-Fuels zu betreiben als direkt mit Strom. VW-CEO Thomas Schäfer nennt E-Fuels „eine totale Energieverschwendung“ und fordert, den begrenzten erneuerbaren Strom direkt für Elektroautos einzusetzen.⁹ Aufgrund der geringeren Kosten für Energie und Wartung rechnet sich spätestens 2030 ein Elektroauto gegenüber einem Verbrenner für fast alle Verbraucher*innen.¹⁰ E-Fuels können dennoch für bestimmte Anwendungen sinnvoll sein, die sich nicht einfach elektrifizieren lassen, etwa im Schiffs- oder Flugverkehr. Für den Pkw-Bereich jedoch ist Elektromobilität die weitaus effizientere und kostengünstigere Lösung.

Die Wärmepumpe: Symbol eines vermeintlichen Verbots

In der Diskussion um klimafreundliche Heizungen werden Alternativen wie Wasserstoff- oder Gasheizungen teilweise als „gleichwertig“ zur Wärmepumpe dargestellt. Doch die Fakten sprechen dagegen: Wärmepumpen sind heute die effizienteste und langfristig kostengünstigste Lösung.¹¹ Grüne Gase wie grüner Wasserstoff werden – sofern sie überhaupt in ausreichender Menge für den Gebäudesektor zur Verfügung stehen sollten – deutlich teurer sein als grüner Strom oder Fernwärme. Wärmepumpen sind zwar kostspieliger in der Anschaffung, haben dafür aber niedrigere laufende Kosten.¹² Eine gezielte staatliche Förderung für den Markthochlauf von Wärmepumpen steht daher nicht im Widerspruch zur Technologieoffenheit, sondern sie hilft vielmehr, ineffiziente Technologien zu vermeiden, die begrenzten Ressourcen der Energiewende effektiv einzusetzen und Bürger*innen vor Kostenfallen zu schützen. Gleichzeitig bietet das Gebäudeenergiegesetz (GEG) Raum für individuelle Entscheidungen – etwa für Solarthermie oder Pelletheizungen –, wenn sie in bestimmten Situationen die bessere Option



3-MW

Eine 3-MW-Windkraftanlage versorgt ...



Quelle: eigene Darstellung, ADAC/VDE 2024¹⁴

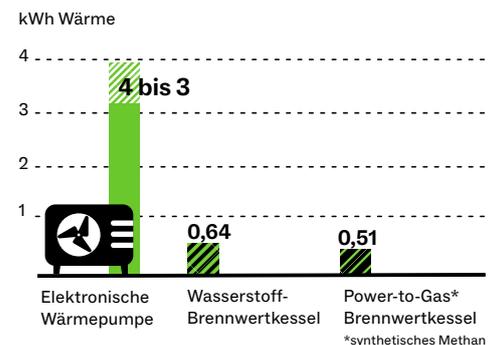
sind. Die Internationale Energieagentur lobt klare Ziele und Zeitvorgaben für den Gebäudesektor und warnt ausdrücklich vor Technologieoffenheit, die eine Gefahr für den nötigen Umstieg auf Wärmepumpen darstelle.¹³

Die Beispiele verdeutlichen, dass die Forderung nach Technologieoffenheit oft ein Vorwand ist, um notwendige Klimaschutzmaßnahmen zu verzögern oder auf hypothetische Lösungen zu hoffen, die weder effizient noch zeitnah verfügbar sind.

Wärmepumpen sind besonders effizient

Wärmeerzeugung je kWh Strom im Vergleich

Quelle: Heinrich-Böll-Stiftung (2021)¹⁵



Technologieoffenheit als Werkzeug, nicht als Selbstzweck

Technologieoffenheit ist ein wichtiges Prinzip der Energiewende, da sie Innovationen ermöglicht. Doch sie darf nicht dazu genutzt werden, notwendige Fortschritte zu verzögern, Veränderungen zu blockieren oder eine strategische Planung zu behindern. In der Realität fehlt es oft an idealen Marktbedingungen, weshalb klare Prioritätensetzung und strategische Steuerung nötig sind, um die Klimaziele schnell und wirtschaftlich zu erreichen und unseren Wohlstand zu sichern.

Technologieoffenheit ist kein Selbstzweck, sondern ein Werkzeug, das gezielt eingesetzt werden muss, um Effizienz, Nachhaltigkeit und Fortschritt zu sichern. Wo die Zeit drängt und bewährte Lösungen verfügbar sind, sollten sie vorrangig schnell eingesetzt werden.

Weiterführende Informationen

- Agora Verkehrswende (2020): Technologie-neutralität im Kontext der Verkehrswende, Kritische Beleuchtung eines Postulats – Langfassung, ↗ <http://bit.ly/4mt2WD2>
- Fraunhofer ISI (2023): E-Fuels sind nicht sinnvoll für den großflächigen Einsatz bei Pkw und Lkw, ↗ <http://bit.ly/44Yaxnc>
- Zeit (2023): Verbände sehen Heizen mit Wasserstoff als „Scheinlösung“, ↗ <http://bit.ly/4IVS1Sd>

Weitere böll.daten zur Energiewende

- Gemeinsam gestalten und profitieren. Die Energiewende als Gesellschaftsprojekt
- Fair und bezahlbar. Die Energiewende kann sozial gerecht umgesetzt werden
- Krisensicher und unabhängig. Erneuerbare Energien stärken die Versorgungssicherheit
- Lohnende Investitionen in unsere Zukunft. Die Energiewende zahlt sich aus
- Eine globale Energierevolution. Erneuerbare Energien setzen sich weltweit durch
- Halbzeit bei der Energiewende. Bilanz der Energiewende in Deutschland
- ↗ boell.de/daten-und-fakten-zur-energiewende

Impressum

Herausgeberin: Heinrich-Böll-Stiftung e. V.
Berlin, September 2025

Konzeption und Texte: Marie Wettingfeld, Forum Ökologisch-Soziale-Marktwirtschaft (FÖS) und Anna Brehm (Heinrich-Böll-Stiftung)

Mitarbeit: Selina Surek (FÖS)

Gestaltung: Heimann + Schwantes, Berlin

Druck: Arnold Group, Großbeeren

Dieses Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz „Namensnennung – Keine Bearbeitungen“ (CC-BY-ND 4.0). Der Text der Lizenz ist unter <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode> abrufbar. Eine Zusammenfassung (kein Ersatz) ist unter <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/> nachzulesen.

V.i.S.d.P.: Annette Maennel

Die Publikationen der Heinrich-Böll-Stiftung dürfen nicht zu Wahlkampfzwecken verwendet werden.

Bestell- und Download-Adresse:
Heinrich-Böll-Stiftung e. V.
Schumannstraße 8, 10117 Berlin
buchversand@boell.de
boell.de/daten-und-fakten-zur-energiewende