

Wie Erneuerbare zu Verschwendbaren werden

E-Fuels und „H2-ready“-Heizungen als Scheinlösungen für den Klimaschutz

Die vollständige Dekarbonisierung des deutschen Energiemixes und daher mitunter des Strommixes ist eine Mammutaufgabe und gleichzeitig einer der größten Hebel, bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen. Insgesamt wurden im vergangenen Jahr lediglich rund [17 % der Primärenergie durch erneuerbare Energien](#) abgedeckt. Was den Strommix betrifft, werden hierzulande derzeit lediglich [44 % des Strombedarfs](#) durch erneuerbare Energien wie Windkraft oder Photovoltaik erzeugt. Die übrigen 56 % unserer Elektrizität speisen wir aktuell noch aus vornehmlich fossilen Energieträgern, insbesondere Kohle und Erdgas. Der Anteil der Kohleverstromung ist von 2019 bis 2022 sogar um 3,2 Prozentpunkte auf 31,4 % gestiegen. Die Dekarbonisierung des aktuellen Strommixes, einschließlich eines steigenden Strombedarfs durch die Abkehr von fossilen Energieträgern und der daraus resultierenden Notwendigkeit zur direkten Elektrifizierung vieler Anwendungen, hat nun höchste Priorität. Hierfür ist ein zügiger Ausbau der erneuerbaren Kapazitäten und des Stromnetzes dringend erforderlich.

Eine umfassende Energiewende erfordert aber auch die Dekarbonisierung von Sektoren, die nicht direkt elektrifiziert werden können, insbesondere energieintensive Grundstoffindustrien. Wasserstoff ist ein sauberer Brennstoff, d.h. er setzt bei seiner Verbrennung kein klimaschädliches CO₂ frei, sondern im Wesentlichen nur Wasserdampf. Dank dieser Eigenschaft hat er das Potenzial, als Energieträger der Zukunft eine Schlüsselrolle in der Energiewende zu spielen. Damit Wasserstoff aber tatsächlich eine Klimailösung sein kann, muss er im Idealfall durch die Elektrolyse von Wasser mit erneuerbarem Strom hergestellt werden („grüner“ Wasserstoff). Für die Stromproduktion bedeutet das, dass zusätzlich zur Dekarbonisierung des aktuellen Strommixes und einem insgesamt gesteigerten Strombedarf zum Erreichen unserer Klimaziele, auch die Produktion „grünen“ Wasserstoffs den Bedarf an Erneuerbaren signifikant erhöht. Damit die Wasserstoffproduktion die [Energiewende nicht kannibalisiert](#), muss diese zwingend auf [Basis zusätzlicher erneuerbarer Kapazitäten](#) erfolgen.

Vor dem Hintergrund begrenzter erneuerbarer Kapazitäten muss es das übergeordnete Ziel sein, Strom so effizient wie möglich zu nutzen und zu diesem Zweck stets alternative Dekarbonisierungspfade und das systemische Treibhausgasminderungspotenzial unterschiedlicher Optionen abzuwägen. Wasserstoff stellt nur dann eine glaubwürdige Klimailösung dar, wenn er emissionsintensive Sektoren dekarbonisiert, in denen eine direkte Elektrifizierung oder anderweitige Dekarbonisierungspfade nicht möglich sind.

Nur der zielgerichtete und sinnvoll begrenzte Einsatz von Wasserstoff ebnet den Weg in ein energieeffizientes Deutschland. Der Einsatz von Wasserstoff in Gasheizungen oder als E-Fuels in Verbrenner-Pkw bleibt hinter diesen Anforderungen meilenweit zurück.

E-Fuels für Verbrenner-Pkw: Greenwashing statt Klimaschutz

E-Fuels, auch bekannt als Power-to-Liquid-Kraftstoffe, sind synthetische Kohlenwasserstoffe, die aus zwei zentralen Bestandteilen hergestellt werden: [Elektrizität und Kohlenstoff](#). Zunächst muss Wasserstoff produziert werden, der anschließend üblicherweise mit CO₂ kombiniert wird, um Kohlenwasserstoffe herzustellen. Für die Wasserstoffproduktion kommt hier ausschließlich Strom aus erneuerbaren Quellen infrage. Energie aus fossilen Quellen hingegen, wie bei der Herstellung von ‚blauem‘ Wasserstoff der Fall wäre, ist für die E-Fuels-Produktion aus offensichtlichen Gründen gänzlich ungeeignet. Es ergibt wenig Sinn, CO₂ zunächst von der Wasserstoffproduktion abzuscheiden und zu speichern, um dem Wasserstoff im Anschluss wieder CO₂ zuzufügen.

Anders als bei der direkten Nutzung von Wasserstoff als Kraftstoff wird bei der Verbrennung von E-Fuels das zuvor hinzugefügte CO₂ inklusive weiterer umweltschädlicher Abgase, analog zu den Emissionen herkömmlicher Kraftstoffe, wieder freigesetzt. Das Problem der Luftverschmutzung lösen mit E-Fuels betriebene Verbrennungsmotoren also schon mal nicht. Aber auch der Mehrwert für den Klimaschutz hält sich wahrlich in Grenzen. **Ein Blick auf Produktion, Alternativen und sozio-ökonomische Implikationen offenbart CO₂-Greenwashing vom Feinsten.**

Abgeschiedenes CO₂ aus fossilen Quellen kann keine nachhaltige Kohlenstoffquelle für E-Fuels sein

Neben der Notwendigkeit, erneuerbaren Strom zur Herstellung von E-Fuels zu nutzen, können diese **nur dann CO₂-neutral sein, wenn der verwendete Kohlenstoff nicht-fossilen Ursprungs ist, also entweder aus biogenen Quellen stammt oder zuvor technisch aus der Umgebungsluft herausgefiltert wurde (DACCS)**. In diesen Fällen würde durch das Verbrennen von E-Fuels eben jenes CO₂, was der Atmosphäre zunächst entzogen wurde, wieder in die Atmosphäre gelangen – das CO₂ wird also im Kreis geführt. Handelt es sich bei dem verwendeten CO₂ jedoch um ein Abfallprodukt aus industriellen Prozessen, die auf fossilen Energieträgern basieren, kann von Zirkularität oder gar Klimaneutralität keine Rede sein. Durch die Abscheidung und Nutzung von CO₂ (Carbon Capture and Utilisation, CCU) verschiebt sich lediglich die Quelle der Emissionen und der Zeitpunkt, wann diese freigesetzt werden.

Forderungen nach der Neuzulassung von Verbrennungsmotoren nach 2035, die ausschließlich mit E-Fuels betankt werden, müssten also zumindest mit Bestrebungen einhergehen, Regulierungen für E-Fuels dahingehend anzupassen, dass diese keinesfalls mit CO₂ aus fossilen Quellen hergestellt werden dürfen.

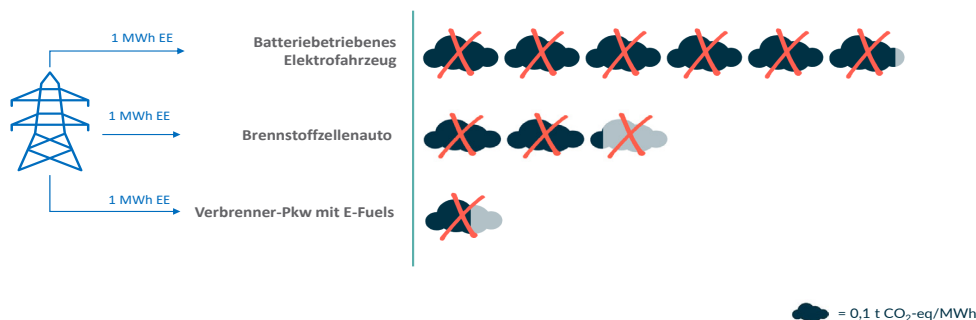
Ineffiziente Nutzung von erneuerbarer Elektrizität

Neben der Frage nach der Kohlenstoffquelle ergibt sich eine weitere zentrale Problematik aus der Herkunft des benötigten Stroms. Theoretisch wären E-Fuels CO₂-neutral, wenn sie, wie bisher angenommen und erläutert, ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Quellen und Kohlenstoff nicht-fossilen Ursprungs produziert werden. In der Praxis geht die Rechnung allerdings keineswegs so einfach auf. **Der gesamte Herstellungsprozess von E-Fuels, von der Wasserstoffproduktion, über die CO₂-Abscheidung bis hin zur finalen Zusammenführung beider Moleküle, ist enorm energieintensiv**. Insgesamt ist bei der Umwandlung von Strom zu E-Fuels von einem [Energieeffizienzverlust von etwa 60 %](#) auszugehen. Nach der Verbrennung des Kraftstoffs, beispielsweise in Pkw mit Verbrennungsmotoren, bleiben etwa 10 % der ursprünglich durch Strom bereitgestellten Energie übrig. Im Vergleich zur direkten Nutzung von Elektrizität in E-Autos benötigen E-Fuels in Verbrennungsmotoren etwas fünfmal so viel Strom.

In Anbetracht der begrenzten Verfügbarkeit von Elektrizität aus erneuerbaren Quellen ist die direkte Nutzung von Strom in Pkw einer Betankung mit E-Fuels also mindestens aus Gründen der Energieeffizienz bei Weitem vorzuziehen. E-Autos bieten allerdings auch systemisch betrachtet ein weitaus größeres Potenzial, Treibhausgasemissionen einzusparen, wie Abbildung 1 illustriert.

Wasserstoff ist keine effiziente Dekarbonisierungsoption für den Individualverkehr

Verringerung der Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von 1MWh erneuerbaren Stroms anstatt fossiler Brennstoffe in PKW



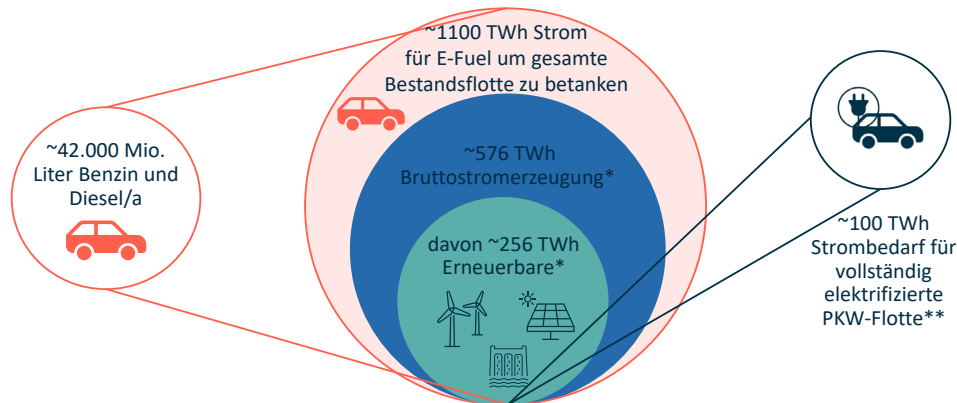
Annahmen: Bei der Berechnung der THG-Reduktionen für den Individualverkehr wird davon ausgegangen, dass die verschiedenen Technologien mit fossilen Brennstoffen betriebene Verbrenner-Pkw ersetzen.
Quelle: Basierend auf Bellona "Effective Use of Renewables to Reduce Emissions"

Abbildung 1: Verringerung der Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von 1MWh erneuerbaren Stroms anstatt fossiler Brennstoffe in PKW

Ein Blick auf den gesamten Strombedarf, der nötig wäre, um nur die Bestandsflotte der Verbrenner-Pkw, ungeachtet zukünftiger Neuzulassungen, mit E-Fuels zu versorgen, sollte allerdings auch die glühendsten E-Fuels-Verfechter zum Umdenken bewegen. Ausgehend von einem aggregierten Benzin- und Dieserverbrauch deutscher Pkw von etwa **42.000 Millionen Litern** im Jahr 2020 und der Annahme, dass 27 kWh Strom¹ auf die Herstellung eines Liters E-Fuel entfallen, ginge die gänzliche Umstellung der Bestandsflotte mit einem Stromverbrauch von über 1.100 TWh einher. Selbst wenn man davon ausgeht, dass nur jeder zweite Verbrenner-Pkw der Bestandsflotte mit E-Fuels fährt, wäre zu deren Produktion dennoch die gesamte Stromproduktion Deutschlands von heute notwendig (**576 TWh**). Hiervon wurde nur knapp 44 % (rund 256 TWh) durch Erneuerbare gedeckt. Um die Bestandsflotte mit E-Fuels zu betanken, bräuchten wir die vierfache Strommenge an Erneuerbaren von heute. Zwar soll der Strommix bis 2030 zu 80 % aus Erneuerbaren bestehen, in der Theorie wäre das jedoch immer noch lediglich etwa die Hälfte des für E-Fuels nötigen Stroms. Bei einer vollständig elektrifizierten Pkw-Flotte wäre hingegen mit einem Stromverbrauch von etwa **100 TWh** zu rechnen.

¹ Siehe z. B. <https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/E-fuels-article.pdf> oder https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Faktencheck_E-Mobilitaet_2022_ES.pdf

Um die gesamte deutsche Bestandsflotte der Verbrenner-Pkw mit E-Fuels zu betanken, bräuchte man etwa doppelt so viel Strom wie Deutschland derzeit jährlich erzeugt.



Quelle: Eigene Darstellung unter der Annahme, dass rund 27 kWh Strom auf die Herstellung von einem Liter E-Fuel entfallen.

* Siehe <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Erzeugung/Tabellen/bruttostromerzeugung.html> ** Siehe <https://www.bmuv.de/themen/luft-laerm-mobilitaet/verkehr/elektromobilitaet/strombedarf-und-netze>

Abbildung 2: Vergleich Stromverbrauch für Betankung der Bestandsflotte mit E-Fuels versus Direktelektrifizierung im Verhältnis zur Bruttostromerzeugung Deutschlands im Jahr 2022

Ineffizienzen kosten Geld. Deshalb ist mit großer Sicherheit davon auszugehen, dass E-Fuels extrem teuer sein werden. Teuer werden sie entweder für Verbraucher:innen an der Zapfsäule, wo sie im Vergleich zu Strom oder fossilen Brennstoffen bei weitem die teuerste Option sein werden oder für alle Steuerzahler:innen durch massive Subventionen, damit E-fuels an der Zapfsäule mit konkurrierenden Produkten mithalten können. Der hohe Preis ist durch den massiven Stromverbrauch begründet, der sich mitunter durch die Notwendigkeit ergibt, E-Fuels mit CO₂ aus der Umgebungsluft herzustellen. Im Vergleich zur Abscheidung von CO₂ aus Industrieanlagen kann Direct Air Capture etwa bis **100 mal teurer** sein. Selbst ungeachtet der Tatsache, dass durch die Verwendung von fossilem CO₂ aus CCU das zentrale Argument für E-Fuels – die CO₂-Neutralität – ad absurdum geführt wird, wäre deren Produktion auch in diesem Fall eine sehr teure Angelegenheit. Das EU-Emissionshandelssystem sieht nämlich vor, CO₂ an Abscheidungsanlagen zu bepreisen, sofern dieses nach anderweitiger Nutzung dennoch emittiert wird. Zudem möchte die EU-Kommission die Verwendung von fossilem CO₂ für die Herstellung von E-Fuels ab 2035 – so hoffen wir – ohnehin ausdrücklich verbieten.

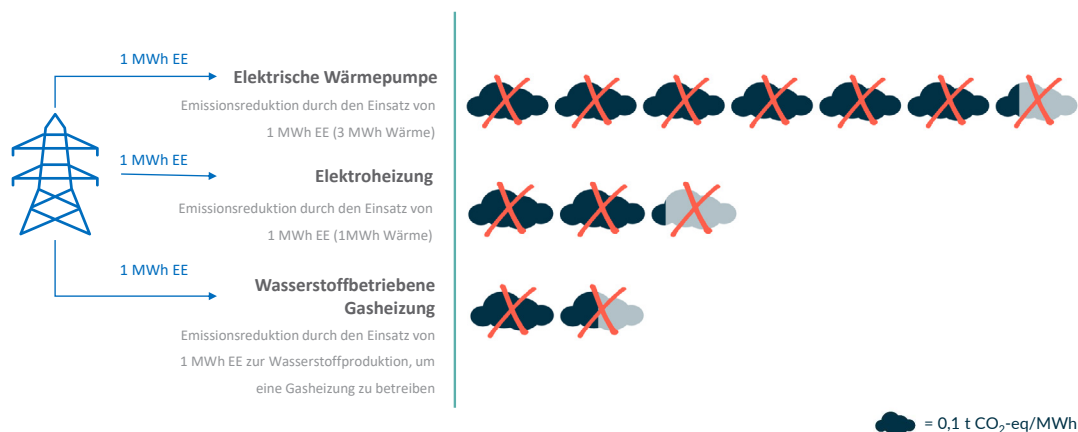
Angesichts der regelrechten Verschwendung enormer Mengen an erneuerbarem Strom für einen Treibstoff mit einer verheerenden Erneuerbare-zu-Treibhausgasreduzierungs-Bilanz gepaart mit für die breite Bevölkerung absolut untragbaren Preisen **ist die vielfach beschworene Technologieoffenheit im Kontext der E-Fuel-Debatte eine einzige Farce**. Im Worst-Case-Szenario wäre die großangelegte Produktion von E-Fuels zur Nutzung in Pkw eine Stromverschwendung sondergleichen ohne Mehrwert und auf Kosten der Steuerzahler und der Umwelt. Im glimpflichsten Szenario werden E-Fuels nie in den versprochenen Mengen produziert und Verbraucher:innen laufen Gefahr, hinters Licht geführt zu werden.

Wasserstoffbetriebene Gasheizungen: Das Märchen von Wasserstoff im Überfluss

Analog zur E-Fuel-Problematik gilt auch für „H2-ready“- Gasheizungen: Die Verfügbarkeit wesentlich energieeffizienterer Dekarbonisierungsoptionen mit weitaus größeren Treibhausgasemissionsminderungspotenzialen (siehe Abbildung 3) räumt wasserstoffbetriebenen Gasheizungen im besten Fall eine Nischenrolle ein. Im Grunde ist der Einsatz von Wasserstoff in Gasheizungen aber weder klimapolitisch sinnvoll noch sozialverträglich. Wasserstoff ist ein wertvoller, aber energieintensiver Energieträger und mindestens vorläufig eine knappe und teure Ressource. Die Gebäudewärme ist gewissermaßen das Paradebeispiel der Sektoren, für die viele weitaus bessere Dekarbonisierungsoptionen bestehen, allen voran elektrische Wärmepumpen.

Wasserstoff ist keine effiziente Dekarbonisierungsoption für den Wärmesektor

Verringerung der Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von 1MWh erneuerbaren Stroms anstatt fossiler Brennstoffe in Heizungsanlagen



Annahme: Bei der Berechnung der THG-Reduktionen für den Wärmesektor wird davon ausgegangen, dass die verschiedenen Technologien mit Erdgas betriebene Gasheizungen ersetzen.
Quelle: Basierend auf Bellona "Effective Use of Renewables to Reduce Emissions"

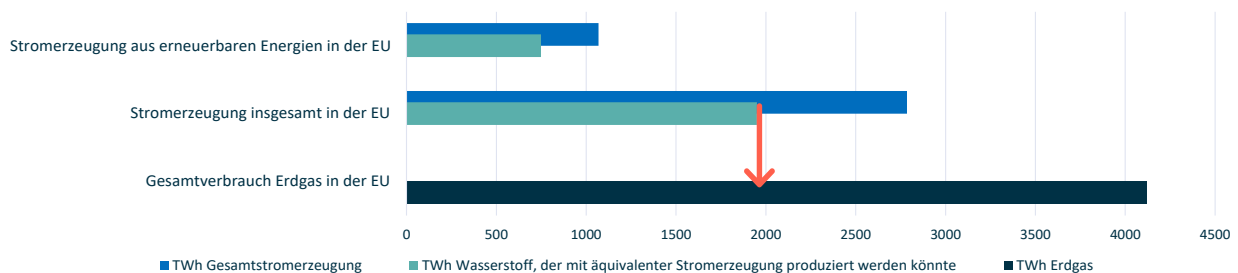
Abbildung 3: Verringerung der Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von 1MWh erneuerbaren Stroms anstatt fossiler Brennstoffe in Heizungsanlagen

Wer Bürger:innen den Wechsel von Erdgas zu Wasserstoff in deren „H2-ready“-Gasheizungen als günstige und ressourcenschonende Lösung für die Wärmewende verkauft, unterschlägt [eine ganze Reihe schwerwiegender Gegenargumente](#).

Der großflächige Einsatz von Wasserstoff in Bestandsheizungen setzt in erster Linie voraus, dass Wasserstoff in einem mit Erdgas vergleichbaren Umfang zur Verfügung steht. **Höchstwahrscheinlich wird es allerdings nie genug Wasserstoff geben, um Erdgas auch nur annähernd vollständig zu ersetzen.** Selbst wenn die gesamte in der EU produzierte Elektrizität in die Wasserstoffproduktion fließen würde, wäre es lediglich möglich, knapp die Hälfte der aktuell durch Erdgas gelieferten Energie zu ersetzen (siehe Abbildung 4).

Selbst wenn wir die gesamte in der EU erzeugte Elektrizität zur Herstellung von Wasserstoff verwenden würden, könnten wir nur etwa 45 % der derzeit durch Erdgas bereitgestellten Energie ersetzen.

Hypothetisches Substitutionspotenzial von Erdgas durch grünen Wasserstoff in der EU auf Grundlage der gesamten Stromerzeugung



Quelle: Eigene Berechnung unter der Annahme eines Energieverlustes von 30 % bei der Verwendung von Strom zur Wasserstoffherzeugung. Netto-Stromerzeugung in der EU von 2785 TWh/a, was bei vollständiger Verwendung für die elektrolytische Wasserstoffherzeugung 1950 TWh/a H₂ ergibt, verglichen mit dem Gesamtverbrauch von Erdgas in der EU von 4120 TWh/a. Alle Daten beziehen sich auf das Jahr 2021.

Abbildung 4: Hypothetisches Substitutionspotenzial von Erdgas durch grünen Wasserstoff in der EU auf Grundlage der Bruttostromerzeugung der EU im Jahr 2021

Wenn Wasserstoff mit der viel energieeffizienteren direkten Nutzung von Strom konkurriert, wie in der Gebäudewärme der Fall ist, wird Wasserstoff immer die teurere Lösung sein. Es ist nicht zu erwarten, dass der Großhandelspreis für Wasserstoff auf ein Niveau sinkt, auf dem er mit der direkten Nutzung von Strom konkurrieren könnte. Nur wenige Abnehmer:innen werden willens und finanziell in der Lage sein, Wasserstoff auch zu sehr hohem Preis zu kaufen. Das wird vornehmlich für industrielle Anwendungen der Fall sein, in denen der Einsatz von Wasserstoff als Dekarbonisierungspfad alternativlos ist. **Forderungen nach vehementer Technologieoffenheit und „H2-ready“-Versprechen an Privathaushalte unter dem Deckmantel der Sozialverträglichkeit unterschlagen horrenden Preisprognosen jedoch gänzlich.**

Abgesehen von schwindelerregenden Preisprognosen für den Wasserstoff selbst und dessen wohl stark begrenzter Verfügbarkeit, werden auch **Herausforderungen an eine Infrastruktur, die diesen zu Haushalten im ganzen Land bringen soll, in der Debatte um „H2-ready“-Heizungen oft verschwiegen**. Wasserstoff und Erdgas haben sehr unterschiedliche Eigenschaften, weshalb eine Umrüstung des Erdgasnetzes und Endgeräten, wie Gasheizungen, nicht nur mit besonderen technischen Herausforderungen und Sicherheitsproblematiken, sondern auch mit nicht unwesentlichen Kosten verbunden ist. Aus all den genannten Gründen muss eine Wasserstoffinfrastruktur unbedingt auf Industriecluster beschränkt sein, für die Wasserstoff die einzige Dekarbonisierungsoption darstellt. Das Erdgasnetz darf keine Blaupause für ein zukünftiges Wasserstoffnetz darstellen, wenn der Anspruch ist, Überkapazitäten zu vermeiden und öffentliche Gelder in ein gesamtsystemisch sinnvolles Maßnahmenbündel zu investieren. Für ein energieeffizientes Deutschland, das seine Klimaziele erreicht, bedarf es Investitionen in den Ausbau Erneuerbarer und der Stromnetze sowie einer zweckdienlichen und damit sinnvoll begrenzten Wasserstoffinfrastruktur.

Die Gefahr der Scheinlösungen für Deutschlands Klimaziele

Ob Wasserstoff in Gasheizungen oder E-Fuels in Verbrenner-Pkw, Wasserstoff oder darauf basierende Produkte haben in anderweitig dekarbonisierbaren, insbesondere direktelektrifizierbaren Anwendungen nichts verloren. Wer dennoch darauf pocht, untergräbt energieeffizientere, kostengünstigere und ressourcenschonendere Lösungen. Die direkte Nutzung erneuerbaren Stroms muss wo immer möglich Vorrang haben. Nur so können wir eine gesamtsystemisch größt- und schnellstmögliche Dekarbonisierung unseres Energiesystems erreichen. Ein Einlenken auf aktuelle politische Forderungen und Narrative würde in Ermangelung erneuerbarer Kapazitäten außerdem bedeuten, dass Verbrenner-Pkw und Gasheizungen bis auf Weiteres mit fossilen Brennstoffen betrieben werden.

Sollte sich Deutschland weiterhin von Interessen der Gas- und Wasserstofflobby und gewissen klimapolitisch brandgefährlichen Parteipositionen und somit von ausschließlich profitorientierten Interessen einer Minderheit leiten lassen, laufen wir ernsthaft Gefahr, die Energiewende und Klimaschutzziele und somit die Interessen der großen Mehrheit zu verfehlen.



Kontakt

Luisa Keßler

Referentin

Nachhaltige Wasserstoffwirtschaft



Telefon

+49 (0) 152 030 597 85

Online

Email: luisa@bellona.org

Website: de.bellona.org

Amrei Milch

Communication Specialist

Telefon

+49 (0) 162 172 7533

Online

Email: amrei@bellona.org

Website: de.bellona.org