



# Scientists for Future Österreich

Scientists for Future Österreich ist ein Zusammenschluss von über 1500 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aller Disziplinen, die sich für eine wissenschaftsbasierte Klimapolitik einsetzen.

## Anhang

Dieses Informationsblatt soll den wissenschaftlichen Hintergrund zu unserer Argumentation in Bezug auf synthetische und Bio-Kraftstoffe darlegen. Wir haben die Informationen in mehrere Themengebiete gegliedert, damit Sie leichter finden, wonach Sie suchen.

Nachdem die gute wissenschaftliche Praxis Objektivität, Transparenz und Überprüfbarkeit fordert, fügen wir hier alle Quellenangaben für unsere Argumente ein und erläutern das Für und Wider. **Überzeugen Sie sich selbst!**

## Hintergrund: Die Klimakrise und ihre Auswirkungen in Österreich.

Dass der rasche Temperaturanstieg der Meere und der Atmosphäre durch die Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) und den damit verbundenen verstärkten Treibhauseffekt verursacht wird, ist ein wissenschaftlich anerkannter und gesicherter Fakt<sup>1</sup>. Das Niveau des Treibhausgases CO<sub>2</sub> stieg allein zwischen 1960 und 2020 von 316 ppm auf 415 ppm<sup>2</sup>. Neben den unmittelbaren Folgen wie der Häufung von Extremwetter und dessen Auswirkungen (Hitzewellen, Dürren, Stürme, Starkregen, Überflutungen, Muren) und dem Verlust von Lebensraum durch Anstieg des Meeresspiegels liegt die Gefahr in der Überschreitung sogenannter Kipppunkte. Dies sind Prozesse (zum Beispiel das vollständige Abtauen des grönländischen Eisschildes), die nicht durch den Menschen rückgängig gemacht werden können, und die die Erderwärmung selbstverstärkend beschleunigen würden. Wird einer dieser Kipppunkte ausgelöst, folgen mit großer Wahrscheinlichkeit weitere. Die daraus resultierenden Folgen für die Menschheit wären fatal. Als Niveau, ab dem wahrscheinlich Kipppunkte ausgelöst werden können, wird eine Erwärmung von 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau und ein CO<sub>2</sub>-Gehalt von etwa 450 ppm in der Atmosphäre gesehen<sup>1</sup>. Deswegen wurde im Pariser Klimaabkommen festgelegt, die Erwärmung auf „deutlich unter 2°C“ zu beschränken. Das angepeilte Niveau von +1,5°C werden wir bei

---

1 IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C, SR1.5, <https://www.ipcc.ch/sr15/>

2 Friedlingstein et al., *Earth Syst. Sci. Data*, 12, 3269 (2020), doi:

[10.5194/essd-12-3269-2020](https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020), Globale Daten [hier](#) verfügbar (National Oceanic & Atmospheric Administration NOAA).

derzeitigem Trend bereits 2028 erreichen<sup>3</sup>. Die Zeit, die notwendige Reduktion des Ausstoßes umzusetzen, ist daher sehr knapp und es gibt keine Spielräume mehr für langsamen Wandel.

Für Österreich wurden die Kosten des Klimawandels in einem umfassenden Bericht<sup>4</sup> zusammengefasst. Bis 2050 werden die derzeitigen Kosten von 2 Mrd € pro Jahr auf 6 bis 12 Mrd € pro Jahr steigen. Dazu kommen noch Unsicherheiten und wirtschaftliche Kosten durch Klimaschäden außerhalb Österreichs, die noch nicht exakt quantifiziert werden können.

## Synthetische Kraftstoffe: Definition und Eigenschaften

Synthetischen Kraftstoffe werden im Gegensatz zu fossilen Kraftstoffen nicht aus dem Boden (fossile Ablagerungen) gefördert, sondern aus in der Umwelt befindlichen Gasen, Flüssigkeiten oder festen Stoffen durch chemische Verfahren (Synthese) gewonnen<sup>5</sup>. Nachdem das Endprodukt flüssig (liquid) ist, spricht man von XtL (alles Mögliche [X] to liquid) Kraftstoffen. Je nachdem, welches Ausgangsmaterial verwendet wird, unterscheidet man CtL (coal [Kohle] to liquid), GtL (Gas to Liquid, meist Erdgas), oder Btl (Biomasse to liquid). Weiters gibt es noch PtL (power to liquid) bei dem direkt CO<sub>2</sub> aus der Luft oder anderen Quellen und Wasser als Ausgangsstoffe verwendet werden.

In der Synthese werden zuerst die Ausgangsstoffe in kurzkettige Moleküle (Wasserstoff H<sub>2</sub>, Kohlenmonoxid CO, Kohlendioxid CO<sub>2</sub>) zerlegt (Synthesegas) und dann unter hoher Temperatur und hohem Druck zu Kohlenwasserstoffen der gewünschten Länge zusammengesetzt. Das hier meist eingesetzte Fischer-Tropsch-Verfahren erlaubt es, verschiedenste Endprodukte (Benzin, Diesel, Kerosin, Methanol etc.) zu erzeugen. Als Nebenprodukte fallen noch Ethanol, Aceton und Paraffin an. Das Verfahren wurde in den 1920er Jahren in Deutschland entwickelt. Im zweiten Weltkrieg gab es eine Industrie zur Umwandlung von Kohle in Kraftstoffe für die Kriegsführung (CtL). Als Rohöl nach dem Krieg wieder verfügbar war, wurde der Betrieb rasch eingestellt, da er nicht wirtschaftlich war.

### Vorteile synthetischer Kraftstoffe:

- Wenn die notwendige Energie aus erneuerbaren Quellen gewonnen wird, die Ausgangsstoffe nicht fossile Brennstoffe wie Kohle oder Erdgas sind, und die gesamte Lieferkette ebenfalls CO<sub>2</sub>-neutral betrieben wird, dann sind die erzeugten Kraftstoffe **CO<sub>2</sub>-neutral**.
- Zudem enthalten synthetische im Gegensatz zu fossilen Kraftstoffen keine Schwefelverbindungen oder Blei. Dies bewirkt eine **verringerte Schadhafteigkeit der Emissionen** bei der Verbrennung.

---

3 Das verbleibende globale Budget von 420 GtCO<sub>2</sub> in 2017 reduziert sich um den jährlichen Ausstoß von etwa 42 GtCO<sub>2</sub>/a, siehe ([https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/02/SR15\\_Chapter2\\_Low\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/02/SR15_Chapter2_Low_Res.pdf)). Eine auf diesen Überlegungen basierte "CO<sub>2</sub> Uhr" ist hier verfügbar:

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>

4 Steininger et al. Klimapolitik in Österreich: "Innovationschance Coronakrise und die Kosten des Nicht-Handelns", Wegener Center Res. Br. 1-2020, Wegener Center Verlag, Univ. Graz, (2020), doi:[10.25364/23.2020.1](https://doi.org/10.25364/23.2020.1)

5 Pregger et al. 'Future Fuels—Analyses of the Future Prospects of Renewable Synthetic Fuels', Energies 13, 138 (2020), doi:[10.3390/en13010138](https://doi.org/10.3390/en13010138)

- In allen anderen Eigenschaften sind synthetische Kraftstoffe **gleichwertig zu fossilen Kraftstoffen** und können entsprechend überall in bestehenden Anwendungen eingesetzt werden („Drop-in“ Kraftstoffe). Speziell bei Anwendungen, bei denen keine Elektrifizierung möglich oder wirtschaftlich machbar ist, bieten synthetische Kraftstoffe die nötige Energiedichte und Lagerfähigkeit. Das betrifft zum Beispiel den Flug- und Schiffsverkehr, sowie Schwerlastanwendungen in der Bau-, Forst-, und Landwirtschaft, solange keine andere, effizientere CO<sub>2</sub>-neutrale Technologie - wie etwa die direkte Wasserstoffverbrennung - verfügbar ist. Ein weiteres Anwendungsfeld ist die chemische Industrie (Kunststoffe, Schmieröle).

Im Folgenden beziehen wir uns generell auf „Drop-in“ Kraftstoffe, welche als direkter Ersatz für Benzin, Diesel, Heizöl oder Kerosin eingesetzt werden. Für Wasserstoff als synthetischer Treibstoff sind einige der genannten Fakten und Zahlen nicht zutreffend.

## Synthetische Kraftstoffe sind keine generelle Lösung in der Klimakrise

Ungeachtet der oben angeführten Vorteile gibt es eine Reihe von Argumenten, die aus wirtschaftlicher, technischer, medizinischer und ökologischer Sicht gegen den breiten Einsatz dieser Kraftstoffe sprechen. Folgend erläutern wir jedes Argument im Detail.

### 1. Geringer Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad gibt das Verhältnis der Energiemenge, welche für den Zweck einer Anwendung genutzt werden kann (Antrieb, Wärme oder die im Kraftstoff gespeicherte Energie), zu der zur Verfügung gestellten Energie um die Anwendung zu betreiben (oder den Kraftstoff herzustellen) an.

Der Gesamtwirkungsgrad des bei XtL meist eingesetzten Fischer-Tropsch-Verfahrens liegt bei etwa 45%<sup>6</sup>. Anteilsmäßig gehen weiters etwa 5% für Transport und Distribution verloren. Es bleiben somit noch ca. 40% der ursprünglichen Energie für die Anwendung. **In der Heizung** mit modernen Brennwertkesseln wird hierbei eine hohe Energieausbeute erreicht, wodurch der **Gesamtwirkungsgrad** bei dieser Anwendung bei **rund 40%** liegt.

**Im Verkehrssektor** hingegen kommen noch weitere Verluste hinzu. Da Verbrennungskraftmaschinen fundamental auf einen Wirkungsgrad von 33% limitiert sind, der mit realen Fahrzyklen 20% bis 30% beträgt<sup>7,8</sup>, werden nur ca. 16% der ursprünglich verfügbaren Energie für die Fortbewegung verwendet. **84% der ursprünglich vorhandenen elektrischen Energie geht somit verloren.** Im Gegensatz dazu liegt der Gesamtwirkungsgrad in Elektrofahrzeugen bei 70% bis 80% (also nur 20% bis 30% Verlust), weil die Effizienz des

---

6 R.N. Rosa, 'The Role of Synthetic Fuels for a Carbon Neutral Economy', *J. Carbon Res.* **3**, 11 (2017), doi:[10.3390/c3020011](https://doi.org/10.3390/c3020011).

7 Wobei durch verschiedene Energierückgewinnungsverfahren bis zu 10% mehr erreicht werden können, [https://www.ivt.tugraz.at/assets/files/download/skripten/SkriptumThd-VKM\\_SS-2018.pdf](https://www.ivt.tugraz.at/assets/files/download/skripten/SkriptumThd-VKM_SS-2018.pdf).

8 TU Wien, Inst. für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Entwicklung von Szenarien der Verbreitung von PKW mit teil- und vollelektrifiziertem Antriebsstrang unter verschiedenen politischen Rahmenbedingungen, Endbericht Projekt ELEKTRA, Programm A3Plus Nr. 816074, 2009

Antriebsstrangs deutlich höher ist und überschüssige Energie zum Aufladen der Batterie eingesetzt werden kann (Rekuperation)<sup>9</sup>.

Daraus ergibt sich, dass ein durchschnittlicher Batterie-elektrischer PKW einen direkten Energieverbrauch von ca. 15 bis 20 kWh/100 km hat, während jener eines PKWs (der gleichen Klasse) mit Verbrennungsmotor bei 55 bis 60 kWh/100 km liegt.<sup>10</sup>

## **2. Es kann bis 2030 nicht genügend Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden, um einen nennenswerten Teil des Bedarfs mit synthetischen Kraftstoffen zu decken**

Ein flächendeckender Einsatz **synthetischer Kraftstoffe im Verkehr** würde wegen des Wirkungsgrades von 16% rund **sechsmal so viel installierte Solar und Windkraftwerke erfordern wie batteriegestützte Elektromobilität**. Dem gegenüber steht das Problem, dass sich bereits die Installation von ausreichenden Photovoltaik-, Wind- und Wasserkraftanlagen zur Deckung des derzeitigen Stromverbrauchs bis 2030 in Österreich schwierig gestaltet. In Zahlen ausgedrückt bedeutet dies:

Im Jahr 2019 wurden laut Statistik Austria<sup>11</sup> 266 Petajoule (PJ) elektrische Energie verbraucht. Davon wurden 152 PJ (57%) durch Wasserkraft sowie 48 PJ (18%) aus anderen erneuerbaren Quellen erzeugt. Die verbleibenden 66 PJ, welche derzeit durch fossile Energieträger gedeckt werden, und der dazukommende jährliche Anstieg müssen bis 2030 aus neu installierte Quellen erneuerbarer Energie gewonnen werden.

Zum Vergleich beträgt der Gesamtenergieverbrauch 2019 im Verkehrssektor 413 PJ, wobei 36 PJ aus erneuerbaren Quellen (Biokraftstoff aus Raps und anderen Agrarerzeugnissen, Bahnverkehr mit Ökostrom) stammen. Der Flugverkehr verbrauchte 2019 41 PJ.

Für Heizung und Kühlung wurden 569 PJ aufgewendet, wobei 192 PJ (34%) aus erneuerbaren Quellen stammten.

Wollte man nun **den nicht aus erneuerbaren Energiequellen gedeckten Bedarf des Verkehrssektors (377 PJ) alleine durch synthetische Kraftstoffe** mit einem optimistisch angenommenen Gesamtwirkungsgrad von 16% decken, **bräuchte man 2.356 PJ erneuerbar generierte elektrische Energie**. Für den **Heizbedarf** mit einem angenommenen Gesamtwirkungsgrad von 40% wären das **zusätzlich 943 PJ**. Zusammen also etwa 3.300 PJ/Jahr an neu zu installierenden erneuerbaren Energiequellen bei gleichbleibendem Verbrauch. In Anbetracht dessen, dass **bereits die im Erneuerbaren Ausbau Gesetz (EAG) geforderten<sup>12</sup> 97 PJ aus Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft bis 2030 schwierig umzusetzen** sind, scheint es unrealistisch, den um einen Faktor 34 höheren Bedarf im Falle einer vollständigen Deckung von Verkehrs- und Heizbedarf durch synthetische Kraftstoffe bereitzustellen.

---

9 TU Wien, Inst. für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Entwicklung von Szenarien der Verbreitung von PKW mit teil- und vollelektrifiziertem Antriebsstrang unter verschiedenen politischen Rahmenbedingungen, Enderbericht Projekt ELEKTRA, (Programm A3Plus Nr. 816074a3, 2009dra)

10 Fritz D., Heinfellner H. et al., Ökobilanz alternativer Antriebe, Report REP-0572, Wien (2016)

11 Energiebilanz 2019, Statistik Austria,  
[https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/energie\\_und\\_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html)

12 Ministerialentwurf Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzespaket  
[https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/ME/ME\\_00058/index.shtml](https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/ME/ME_00058/index.shtml).

In einer Studie des Umweltbundesamtes<sup>13</sup> wird das Ausbaupotential für Windenergie, Photovoltaik und Wasserkraft in Österreich auf 63, 67 und 195 PJ geschätzt, also zusammen etwa 1/10 der notwendigen Energieerzeugungskapazität, um den derzeitigen Verbrauch durch synthetische Kraftstoffe zu decken. Entsprechend dieser Überlegungen erscheint es daher unrealistisch, einen nennenswerten Teil des Energiebedarfs der Sektoren Verkehr und Wärme durch in Österreich erzeugte synthetische Kraftstoffe decken zu können.

Für den Fall, dass flüssige und gasförmige synthetische Treibstoffe in der Maghreb-Region (Algerien, Libyen, Mauretanien, Marokko, Tunesien und West Sahara) hergestellt werden, wo ausreichend Potential für Photovoltaik und Windenergie vorhanden ist, liegt die Gesamtkapazität für PtL und PtG im Jahr 2040 bei bestenfalls 260 PJ/Jahr<sup>14</sup>, was etwa der derzeitigen Stromproduktion in Österreich entspricht. Diese Produktion wäre jedoch für den Weltmarkt und nicht für Österreich alleine bestimmt.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der Verfügbarkeit von CO<sub>2</sub>. Das von IWO und AVR geplante PtL Pilotwerk gewinnt CO<sub>2</sub> direkt aus der Luft und hat eine Kapazität von ca. 420 t Kraftstoff pro Jahr. Dem gegenüber steht ein Kraftstoffverbrauch von 286.000 t Benzin und 1,2 Mio t Diesel alleine in OÖ im Jahr 2019. Eine entsprechende Skalierung ist selbst unter der Annahme, dass genügend Energie zur Verfügung stünde schwierig und teuer. Der Grund ist, dass beim verwendeten Fischer-Tropsch-Verfahren CO<sub>2</sub> zugeführt werden muss, welches nur zu 0,0415%vol in Luft verfügbar ist. Rein stöchiometrisch (also bei 100% Umwandlungseffizienz, die reale Effizienz liegt bei max. 68 %<sup>15</sup>) werden etwa 3,8 Mio m<sup>3</sup> Luft für die Herstellung von 1 t Diesel (gemittelt C<sub>12</sub>H<sub>23</sub>) benötigt. Bei einer jährlichen Gesamtmenge von 6,7 Mio t Diesel für Österreich entspräche das 812.000 m<sup>3</sup> Luftdurchsatz pro Sekunde, was selbst bei Aufteilung in mehrere Werke technisch und auch aufgrund der Lärmentwicklung schwierig erscheint. Effizienter wäre eine direkte Anbindung eines PtL-Kraftwerks an einen großen CO<sub>2</sub> Emittenten wie zB ein Zementwerk, wovon es jedoch in Österreich nur 12 gibt. Dann jedoch würde wiederum neues CO<sub>2</sub> auf Umwegen über den synthetischen Kraftstoff in die Atmosphäre gelangen, was nicht nachhaltig und daher nicht zielführend ist. Selbst Shell geht daher davon aus, dass synthetische Kraftstoffe nicht vor 2030 in nennenswerten Mengen verfügbar sein werden<sup>16</sup> - zu spät für die Energiewende.

**Wir folgern: Nachdem aus oben genannten Gründen nicht genügend synthetischer Kraftstoff für den Massenmarkt hergestellt werden kann, kann auch nicht von Versorgungssicherheit gesprochen werden.**

### **3. Die Erzeugung von CO<sub>2</sub>-neutralen synthetischen Kraftstoffen ist derzeit nicht wettbewerbsfähig.**

---

13 Krutzler et al, "Szenario erneuerbare Energie 2030 und 2050", Rep-0576, Umweltbundesamt (2016) <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0576.pdf>.

14 Fahsidi et al, 'Long-Term Hydrocarbon Trade Options for the Maghreb Region and Europe—Renewable Energy Based Synthetic Fuels for a Net Zero Emissions World', Sustainability 9, 306 (2017), doi: [10.3390/su9020306](https://doi.org/10.3390/su9020306).

15 M. Marchese, et al. 'CO<sub>2</sub> from direct air capture as carbon feedstock for Fischer-Tropsch chemicals and fuels: Energy and economic analysis', *J. CO<sub>2</sub> Utiliz.* **46**,101487 (2021), doi: [10.1016/j.jcou.2021.101487](https://doi.org/10.1016/j.jcou.2021.101487)

16 <https://www.automobil-produktion.de/technik-produktion/forschung-entwicklung/synthetische-kraftstoffe-loesung-oder-sackgasse-317.html>



Der Preis pro Liter synthetischen Kraftstoffs ist abhängig vom Ausgangsstoff, dem verwendeten Verfahren, dem Produktions- und Verbrauchsort und den Stromkosten. Für BtL wurde in einer älteren Studie der Produktionspreis mit etwa 0,51 bis 0,70 €/l (verglichen mit 0,41 €/l bei Erdöl 2005<sup>17</sup>) geschätzt. Neuere Studien, welche alle technischen und ökonomischen Details einbeziehen, geben die Produktionskosten für Zwischenprodukte (Wachs) des Fischer-Tropsch-Verfahren für hochskalierte PtL-Anlagen mit dem 2- bis 10-fachen des Preises für das konventionell erzeugte Referenzprodukt an<sup>18</sup>. Für effizientere Mischformen von BtL und PtL liegt der Preis bei 2,15 €/l (2018)<sup>5</sup>. Günstigere Preise könnten (wie oben erwähnt) laut einer Studie des deutschen Verbands für Automobilindustrie erzielt werden, wenn die Kraftstoffe in Gebieten mit höherem Potential für Solar- und Windenergie (z.B. Wüstenregionen, Maghreb, siehe oben) erzeugt würden<sup>19</sup>. Dadurch würde aber nur der Status quo einer Abhängigkeit von Importen erhalten werden. Zudem würde der Gesamtwirkungsgrad durch den längeren Transport verschlechtert. Schlussendlich ist auch in der Maghreb-Region das Ausbaupotential wie unter 2 erwähnt stark limitiert<sup>13</sup> und der reine Erzeugungspreis wäre mit 0,85 €/l Diesel noch immer zweimal so hoch wie bei fossilem Diesel.

Ob sich klimaneutrale synthetische Kraftstoffe überhaupt wirtschaftlich herstellen lassen, bleibt fraglich<sup>20</sup>, da aufgrund des niedrigen Wirkungsgrades für die gleiche Menge im Kraftstoff gebundener Energie deutlich mehr Energie aufgewendet werden muss als bei direkter Nutzung elektrischer Energie. Der relative Faktor zwischen diesen beiden Größen ergibt den minimalen Wettbewerbsnachteil von synthetischen Kraftstoffen zu direkter Nutzung von Strom aus Solar-, Wind-, und Wasserkraft. Die Produktion von XtL-Kraftstoffen kann daher nur für Nischenanwendungen abseits des Massenmarktes oder bei sehr niedrigem Strompreis und gleichzeitig hoher Stromverfügbarkeit wirtschaftlich sein. Ein weiterer Aspekt ist, dass die Produktion von synthetischen Treibstoffen zur Abfederung von Stromspitzen aus Wind- und Solarkraftwerken genutzt werden kann. Bei zunehmender Elektrifizierung ist jedoch davon auszugehen, dass mehr lokale Stromspeicher (sowohl Batterien als auch Speicherkraftwerke) und Demand-side- Optionen (Elektroautos) verfügbar sein werden, um diese Spitzen abzufedern, wodurch die Verfügbarkeit von günstigem Spitzenstrom zur XtL-Erzeugung verringert wird. Schlussendlich hängt die Wirtschaftlichkeit von XtL-Anlagen auch von den Investitions- und Erhaltungskosten<sup>13,14,16,17</sup> ab.

Synthetische Treibstoffe können preislich kompetitiv werden, wenn der Schaden durch CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Form einer CO<sub>2</sub>-Besteuerung auf den Preis fossiler Kraftstoffe aufgeschlagen wird. Studien gehen davon aus, dass im günstigsten Fall Preisgleichheit bei einem CO<sub>2</sub>-Preis von etwa 145 €/t<sup>13</sup> für Produktion in Nordafrika und 175 €/t<sup>17</sup> für Produktion in Europa notwendig wären.

#### **4. Synthetische Kraftstoffe verursachen Schadstoffe und Feinstaub**

Synthetische Kraftstoffe enthalten weniger Blei, Schwefel und aromatische Kohlenwasserstoffe als ihre fossilen oder biologischen Äquivalente. Studien zeigen, dass bei der Verbrennung in

---

17 O.P.R. van Vliet et al. 'Fischer-Tropsch diesel production in a well-to-wheel perspective: A carbon, energy flow and cost analysis', *Energy Convers. Managem.* **50**, 855 (2009), doi: [10.1016/j.enconman.2009.01.008](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2009.01.008)

18 M. Marchese, et al. 'CO<sub>2</sub> from direct air capture as carbon feedstock for Fischer-Tropsch chemicals and fuels: Energy and economic analysis', *J. CO<sub>2</sub> Utiliz.* **46**, 101487 (2021), doi: [10.1016/j.jcou.2021.101487](https://doi.org/10.1016/j.jcou.2021.101487)

19 <https://www.vda.de/de/services/Publikationen/%C2%ABe-fuels%C2%BB-studie---das-potenzial-strombasierter-kraftstoffe-f-r-einen-klimaneutralen-verkehr-in-der-eu.html>

20 Anfrage an den deutschen Bundestag, 19/8742 2019, <https://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/087/1908742.pdf>

Flugzeugturbinen<sup>21</sup> (lastabhängig) 90% weniger SO<sub>x</sub>, und bis zu 11% weniger NO emittiert werden als bei herkömmlichen Kraftstoffen. Für Dieselmotoren zeigen sich niedrigere CO-, NO<sub>x</sub>- und Partikelemissionen, wobei dies für GtL-, jedoch nicht uneingeschränkt für BtL-Kraftstoffe gilt. So finden sich etwa für bestimmte BtL-Verfahren erhöhte Pegel von NO<sub>x</sub><sup>22</sup> und sauerstoffangereicherten Kohlenwasserstoffen (Aceton, Methanol).

**Emissionen werden also durch den Einsatz von synthetischen Treibstoffen nur teilweise verringert.** In diesem Sinne erlauben synthetische Kraftstoffe also keine wesentliche Verbesserung im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen.

Jährlich sterben in der EU 400.000 Menschen durch Luftverschmutzung als Folge der Verbrennung (fossiler, biologischer oder synthetischer) Kraftstoffe<sup>23</sup>. Obwohl Motoren und Abgasreinigungssysteme stets verbessert werden, sinkt die Belastung durch Feinstaub, Stickstoffdioxid und aromatische Kohlenwasserstoffe nur langsam.

Heizungen auf Basis von Wärmepumpen, Solarkollektoren oder direkter elektrischer Heizung verursachen im Gegensatz dazu keinen Ausstoß. Elektrofahrzeuge emittieren ebenfalls nichts im Betrieb. Einzig der Reifenabrieb bleibt. Diese Aussagen gelten natürlich nur, wenn die verwendete elektrische Energie vollständig aus erneuerbaren Quellen kommt.

## Freie Wahl des Energieträgers oder der Heizungsart

Strom ermöglicht eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Erzeugung von Wärme/Kälte. Am effizientesten sind Anlagen mit Wärmepumpe (Tiefenbohrung, Speicher oder Umgebungsluft), welche sowohl Kühlung als auch Heizung ermöglichen<sup>24,25</sup>. Wärmepumpen machen Wärme aus der Umgebung verfügbar, wodurch der Wirkungsgrad bezogen auf den für den Betrieb notwendigen Strom größer als 100% ist. Selbst ohne Wärmepumpe kann Strom mit 100% Effizienz in Wärme umgewandelt werden. So die geographische Lage es zulässt, können auch thermische Solarkollektoren ganzjährig zur Heizung verwendet werden. Dabei fallen fast keine Energiekosten an, da hier Wärme direkt und effizient aus der Sonneneinstrahlung gewonnen wird.

---

21 Timko et al. 'Particulate Emissions of Gas Turbine Engine Combustion of a Fischer–Tropsch Synthetic Fuel', *Energy Fuels* **24**(11), 5883 (2010), doi:[10.1021/ef100727t](https://doi.org/10.1021/ef100727t).

Timko et al. 'Combustion Products of Petroleum Jet Fuel, a Fischer–Tropsch Synthetic Fuel, and a Biomass Fatty Acid Methyl Ester Fuel for a Gas Turbine Engine', *Combust. Sci. Technol.* **183**, 1039 (2011), doi:[10.1080/00102202.2011.581717](https://doi.org/10.1080/00102202.2011.581717).

22 Labeckas und Slavinskas 'Performance and emission characteristics of a direct injection diesel engine operating on KDV synthetic diesel fuel', *Energy Convers. Managem.* **66**, 173 (2013), doi:[10.1016/j.enconman.2012.10.004](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.10.004).

23 EEA Report No 21/2019, <https://www.eea.europa.eu/publications/healthy-environment-healthy-lives>  
Khomeiko et al. "Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment", *The Lancet* **5**, E121 (2021), [10.1016/S2542-5196\(20\)30272-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30272-2).

24 W. Streicher et al. "Energieautarkie für Österreich 2050", Machbarkeitsstudie des Klima- und Energiefonds (2010), <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Energieautarkie205012pt20110308Final.pdf>.

25 T. Sturm, "Die Potenziale der erneuerbaren Energien zur Deckung des Gesamtenergiebedarfs in Österreich", Master thesis, BOKU (2011), [https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/download.php?dataset\\_id=8538&property\\_id=107&role\\_id=NONE](https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/download.php?dataset_id=8538&property_id=107&role_id=NONE).

Einen ebenso wichtigen Einfluss wie der Energieträger hat aber die Gebäudeisolation<sup>23,26</sup>. Ein Passivhaus kommt weitestgehend ohne aktive Heizung aus (siehe quantitative Überlegungen unten). Energie muss nur mehr für die Warmwasserbereitung bereitgestellt werden. Aus diesem Grund hat der Gesetzgeber die Förderungen für thermische Sanierung bereits erhöht. Ein entsprechender sozialer Ausgleich, um auch einkommensschwachen Haushalten den Umstieg zu ermöglichen, muss gegeben werden<sup>27</sup>. Eine Gegenfinanzierung kann aus erhöhten Steuern auf Emissionen und verringerten Kosten durch Verbesserung des Gesundheitszustandes, verringertem Erwerb von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten, erhöhter Erwerbsquote und der Reduktion der Förderungen klimaschädlicher Industrien und Praxen sichergestellt werden<sup>28,29</sup>.

Die oftmals geäußerten Bedenken bezüglich der Versorgungssicherheit im Falle einer vollständigen Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Quellen relativieren sich, wenn die lokale Speicherung, niedrigerer Bedarf an Wärme und gleichzeitig bestehende großflächig-zentrale Versorgung durch große Energielieferanten in Betracht gezogen wird. Studien<sup>23,24</sup> zeigen, dass in Österreich ganzjährig mehr als genügend Potential für die Strom- und Wärmegewinnung aus erneuerbaren Quellen vorhanden ist. Im Zuge des Infrastrukturausbaus werden jedoch auf allen Ebenen Speicher geschaffen, die Effizienz gesteigert und der Verbrauch minimiert werden müssen. Unabhängig davon bleibt den Haushalten weiterhin die Wahl aus mehreren möglichen Heizsystemen auf Basis erneuerbarer Energie. Dies sind vorzugsweise Solarkollektoren, Wärmepumpen und Fernwärme aus erneuerbaren Quellen (inklusive Biomasse). Für den Fall ungünstiger geographischer Bedingungen bleiben Biogas oder Pellets, wobei hier das Problem der Schadstoffemissionen auftritt.

### **Der Wärmesektor quantitativ betrachtet:**

Eine für den Wärmesektor realistischere Option als der Ersatz fossiler Kraftstoffe durch synthetische ist wie oben ausgeführt die gleichzeitige Elektrifizierung und thermische Sanierung.

Laut der geltenden OIB Richtlinie 6 von 2019<sup>30</sup> sind für Häuser der Kategorie des Energieausweises A-F 15-70 kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>/a, sowie ein Wärmebedarf von 25-250 kWh/m<sup>2</sup>/a zulässig. Für ein Passivhaus (A+) sind es <15 kWh/m<sup>2</sup>/a. 2018 wurden in Summe 200 PJ von allen 3,8 Mio Haushalten in Österreich für die Raumheizung verwendet. Das ergibt bei einer durchschnittlichen Haushaltsgröße<sup>31</sup> von 100 m<sup>2</sup> einen Verbrauch von 143 kWh/m<sup>2</sup>/a – das Doppelte des zulässigen Verbrauchs der ineffizientesten Klasse F. Laut Richtlinien der Regierung<sup>32</sup> liegt die Zielvorgabe für neue Wohngebäude bei 41 kWh/m<sup>2</sup>/a (44 kWh/m<sup>2</sup>/a bei Renovierung), und bei 84 (87) kWh/m<sup>2</sup>/a

26 Fraunhofer IWES/IBP “Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor”, Studie im Auftrag von Agora Energiewende (2017), [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/Sektoruebergreifende\\_EW/Waermewende-2030\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/Sektoruebergreifende_EW/Waermewende-2030_WEB.pdf).

27 T. Gore and M Alestig, ‘Confronting carbon inequality in the European Union’, Oxfam policy paper (2021), <https://www.oxfam.org/en/research/confronting-carbon-inequality-european-union>.

28 IRENA (2019), “Global energy transformation: A roadmap to 2050” (2019 edition), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, <https://www.irena.org/publications>.

29 M. Kirchner *et al.* ‘CO<sub>2</sub> taxes, equity and the double dividend – Macroeconomic model simulations for Austria’, *Energy Policy* **126**, 295 (2019), doi:10.1016/j.enpol.2018.11.030.

30 OIB Richtlinie 6, Österreichisches Institut für Bautechnik (2019), <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2019/oib-richtlinie-6>.

31 Wohnen 2019, Statistik Austria, [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/wohnen/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/index.html).

32 “Nationaler Plan” des BMFLFUW entsprechend Artikel 9 (3) zu RL 2010/31/EU (EPBD), Stand 2018, [https://www.oib.or.at/sites/default/files/nationaler\\_plan\\_20.02.18\\_0.pdf](https://www.oib.or.at/sites/default/files/nationaler_plan_20.02.18_0.pdf).



für Büroflächen. Damit gibt es theoretisch bei flächendeckender Renovierung ein Einsparungspotential von 69 % oder 138 PJ alleine in Haushalten.

Das Umweltbundesamt geht in einer Studie<sup>7</sup> von einem realen Einsparungspotential durch thermische Sanierung von 27% beim Gesamtenergieaufwand der Haushalte bis 2030 bzw. 51% bis 2050 aus. Der Strom- und Wärmebedarf wird in diesem Szenario jeweils zu 76% bzw. 95% aus erneuerbaren Quellen gedeckt.

Diese Überlegungen zeigen, dass das Dämmen und Sanieren selbst im kurzen Zeitraum bis 2030 bereits eine signifikante Reduktion des Verbrauchs bewirken kann und daher eine wichtigere Rolle spielen muss als synthetische Kraftstoffe. Langfristig kann der Wärmebedarf um mehr als die Hälfte reduziert werden, wodurch alternative technische Lösungen leichter umsetzbar werden und die Kosten für die Endverbraucher sinken.

## Wirtschaftsstandort und Arbeitsplätze

Umfassende Studien belegen klar, dass die Elektrifizierung im Transport und der Heizung/Kühlung auf mittlere Frist (2050) europaweit mehr als 1 Mio Arbeitsplätze mehr schafft als sie in der Mineralölindustrie verloren gehen<sup>33</sup>. Lokal werden Arbeitsplätze für die Installation und Wartung von Solarheizungen, Wärmepumpen, Photovoltaik, Windgeneratoren, und des für die Verteilung erforderlichen intelligenten Netzes geschaffen. Da die Energie lokal gewonnen und verbraucht wird, bleibt auch die Wertschöpfung im Land, wovon letztlich die regionale Bevölkerung durch niedrigere Energiepreise profitiert, da die Netzgebühren reduziert werden (auch im Erneuerbare Energie Gesetz vorgesehen). Die Kosten für die Infrastrukturinvestitionen für den Staat, die Länder und letzten Endes auch die Gemeinden sind etwa 3 bis 7 Mal kleiner bei einer raschen Elektrifizierung als bei der Beibehaltung des Status quo<sup>27,34</sup>, da sonst Schäden durch Extremwetter, Ernteausfälle, und Gesundheitsprobleme mit hoher Wahrscheinlichkeit in der nahen Zukunft rasch ansteigen werden<sup>1,4</sup>.

Vorne mit dabei zu sein bedeutet keinen Nachteil für den Standort, da die tatsächlichen Kosten des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes weltweit, vor allem aber in der EU, in Form von Steuern auf Marktpreise aufgeschlagen werden.

## Zusammenfassung

Aufgrund des niedrigen Gesamtwirkungsgrades und entsprechend hohen Energieaufwands ist es nicht möglich, in Österreich genügend synthetischen Kraftstoff herzustellen, um einen signifikanten Teil des derzeitigen Verbrauchs an flüssigen Kraftstoffen zu decken. Selbst wenn ein kleiner Teil der fossilen Kraftstoffe ersetzt werden kann, sind synthetisch erzeugte Kraftstoffe technisch deutlich aufwändiger, kostenintensiver und ineffizienter als die direkte Verwendung elektrischer

---

33 H. Garrett-Peltier, "Green versus brown: comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model", *Econ. Model.*, **61**, 439 (2017), <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.008>

34 M. Ram et al. "Global Energy System based on 100% Renewable Energy – Power, Heat, Transport and Desalination Sectors". Study by Lappeenranta University of Technology and Energy Watch Group, Lappeenranta, Berlin 2019.

Energie. Da weder Versorgungssicherheit noch Kostenvorteile bei synthetischen Treibstoffen gegeben sind und darüber hinaus das Problem der Schadstoffemissionen bestehen bleibt, ist die Installation neuer Ölkessel und das Inverkehrsetzen neuer Verkehrsmittel mit Verbrennungsantrieb kontraproduktiv. Ein wirtschaftlicher Vorteil für die Endverbraucher, wie auch für Gemeinden und Länder, kann sich aus raschest möglichem, konsequentem und sektorübergreifendem Umstieg auf lokale erneuerbare Energiequellen ergeben.

Sanieren des Gebäudebestands, der Ausbau von nachhaltigen Fern- und Nahwärmepotentialen, nachhaltige Heizungssysteme basierend auf Wärmepumpen, Solarkollektoren und Biomasse sowie die Nutzung von Abwärmepotentialen sind bereits bestehende effektive und kostengünstige Möglichkeiten zur Dekarbonisierung unseres Raumwärmebedarfs. Vor einem Austausch der derzeitigen PKW Flotte mit Elektroautos muss die Verringerung des Bedarfs stehen. Der Transportbedarf kann in erster Linie durch gesunde und faire Alternativen inklusive öffentlichem Transport, Radstrecken und intelligenter Raumplanung (Reduktion der Zersiedelung, Erhöhung der Bebauungsdichte) sowie mit Sharing-Konzepten deutlich verringert werden, ohne auf unsere Entfaltungsmöglichkeiten zu verzichten.

*Scientists for Future Österreich*

**Autor:**

René Sedmik, Univ. Ass. Mag.rer.nat Dr.techn. (Atominstitut, TU Wien)

**Review:**

Renate Christ, Dr.

Petra Seibert, Assoc. Prof. Dr. (Universität für Bodenkultur Wien)

Fabian Schipfer, PhD. (Technische Universität Wien)

Kirsten von Elverfeldt, Prof. Dr. (Universität Klagenfurt)

Martin Hoffmann, PhD.

Markus Palzer-Khomenko MSc. BSc. (Universität Wien)