15.12.2020

Welche Rolle können synthetische Treibstoffe beim Klimaschutz spielen?

Anlass

Der Verkehr muss auch einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, dringend. Was Autos angeht, geht der Trend zum Elektroauto. Trotzdem werden immer wieder auch künstlich hergestellte Treibstoffe als Alternative ins Spiel gebracht, die synthetischen Treibstoffe oder E-Fuels. Fachleute aus der Öl- und Autoindustrie betonen als Vorteil, dass damit auch die bestehenden Pkw- und Lkw-Flotten dekarbonisiert werden könnten. Außerdem gibt es Hoffnungen, Verbrenner in eine klimaneutrale Zukunft zu retten. Klima- wie Energieforscherinnen und -forscher weisen demgegenüber auf die schlechte Energiebilanz bei der Produktion dieser Treibstoffe hin, man müsste viel mehr Windanlagen und Photovoltaik für E-Fuel-Fahrzeuge aufbauen als für reine E-Autos. Außerdem wären die Treibstoffe sehr teuer.

Tatsächlich sparen synthetische Treibstoffe nach Kenntnis der Forschung wegen ihres großen Energiebedarfs am wenigsten CO_2 von allen alternativen Technologien für Pkw, das zeigt dieses Fact Sheet (Tabelle 2). Es handelt sich um eine Technik, die wahrscheinlich frühestens Ende des Jahrzehnts so weit ausgebaut ist, dass sie für den Klimaschutz eine signifikante Wirkung entfaltet. Synthetische Treibstoffe bieten sich daher für die Verkehre an, für die es keine Alternative gibt: Luft- und internationale Seefahrt.

Übersicht

Was sind überhaupt synthetische Treibstoffe? 1
Wie stehen synthetische Treibstoffe im Vergleich mit Wasserstoff und Strom da? 2
Probleme und offene Fragen 5
Fazit 7
Literatur 8

Was sind überhaupt synthetische Treibstoffe?

Synthetische Treibstoffe sind Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Diesel, Methan oder Methanol, die allerdings aus Wasserstoff und Kohlenstoff gewonnen werden, anstatt aus Öl oder Erdgas. Die Technik zur Herstellung ist nicht neu: Im zweiten Weltkrieg deckte die deutsche Luftwaffe ihren

Verbrauch aus der so genannten Kohleverflüssigung mithilfe des Fischer-Tropsch-Verfahrens. Heute soll der Kohlenstoff statt aus Braun- oder Steinkohle aus dem CO_2 der Luft selbst gewonnen werden (dazu siehe unten). Der für den Klimaschutz wichtige Gedanke dabei:

- Das durch Verbrennung synthetischer Treibstoffe in die Luft gelangte CO_2 würde im Idealfall wieder zurückgewonnen und zu neuem Kraftstoff verarbeitet.
- Dafür werden drei Techniken erforscht:
  - PtG – Power to Gas. Aus Wasserstoff und Kohlenstoff wird Methan (CH_4) künstlich erzeugt. Das kann in Kraftwerken verfeuert werden, in Industrieprozessen oder für Mobilität – in Autos, Lkw oder Schiffen.
  - Methanol kann wie Methan aus Wasserstoff und Kohlenstoff gewonnen werden. Methanol kann in speziell präparierten Motoren verfeuert oder zu anderen flüssigen Treibstoffen weiterverarbeitet werden. Dann gehören die Treibstoffe zu den PtL-Treibstoffen:
  - PtL – Power to Liquid. Aus Wasserstoff und Kohlenstoff oder aus Methanol werden künstliches Benzin, Kerosin oder künstlicher Diesel hergestellt. Das bekannteste Verfahren dafür ist das nach Fischer-Tropsch, daher werden die so erzeugten Treibstoffe auch als FT-Benzin etc. bezeichnet.

In allen Fällen spielt Strom aus Erneuerbaren Energien (EE), vor allem Wind und Photovoltaik (PV), die entscheidende Rolle: mit seiner Hilfe soll der Wasserstoff aus Wasser gewonnen und auch der Kohlenstoff aus CO_2-Abscheidung bereitgestellt werden. Diese Treibstoffe werden daher in Studien oft auch als strombasiert bezeichnet, im Gegensatz zu biomassebasierten oder fossilen.

Wie stehen synthetische Treibstoffe im Vergleich mit Wasserstoff und Strom da?

Produktion alternativer Treibstoffe

Die folgende Tabelle verdeutlicht, welche Techniken als Ersatz für klassische Verbrennungsmotoren derzeit diskutiert werden, und wie viele Produktionsschritte notwendig sind, bis ein Auto mit dem Treibstoff losfahren kann. Zum Vergleich haben wir die Angaben für Brennstoffzellen- und Batterieautos ergänzt.

	Schritt 1	**Schritt 2**	**Schritt 3**	**Schritt 4**	**Schritt 5**
Power to Gas (PtG), Verbrenner	Wind, PV oder andere EE erzeugen Strom	Elektrolyse erzeugt Wasserstoff	Direct Air Capture gewinnt CO_2	Sabatier-Prozess erzeugt als Produkt Methan	---
Methanol, Verbrenner (PtL)	Wind, PV oder andere EE erzeugen Strom	Elektrolyse erzeugt Wasserstoff	Direct Air Capture gewinnt CO_2	Synthese erzeugt Methanol	wahlweise flüssiger Treibstoff: OME, DME
FT-Benzin oder Diesel (PtL), Verbrenner	Wind, PV oder andere EE erzeugen Strom	Elektrolyse erzeugt Wasserstoff	Direct Air Capture gewinnt CO_2	Gasgemisch aus Wasserstoff und CO_2: Synthesegas	Synthetisches Rohöl, Schritt 6: Synthetisches Benzin
Wasserstoff, Brennstoffzellen -Auto	Wind, PV oder andere EE erzeugen Strom	Elektrolyse erzeugt Wasserstoff	---	---	---

Strom, Batterie-elektrisches Auto	Wind, PV oder andere EE erzeugen Strom	---	---	---	---

Tabelle 1: nach [2].

Wie viel CO_2 lässt sich durch synthetische Treibstoffe, Brennstoffzellen- oder Batterieautos im Vergleich zum klassischen Verbrenner einsparen?

In der Literatur finden sich zu dieser Fragstellung kaum leicht nachvollziehbare Darstellungen. Die beste fanden wir in der RESCUE-Studie [5, S. 84], sie gibt jedoch nur an, wie viel Energie in Form synthetischer Treibstoffe pro kWh erneuerbaren Stroms erzeugt werden kann. Um zu ermitteln, wie viel CO_2 damit beim Autofahren im Prinzip gespart werden könnten, haben wir die Daten nach der Europäischen Empfehlung für Simulationsrechnungen [12] auf den Verbrauch von Pkw umgerechnet. Die Empfehlung legt dabei Werte für zukünftige Fahrzeuge der Kompaktklasse auf dem Technologielevel von 2025 zu Grunde. Wichtig: Das Ergebnis zeigt keine tatsächlichen Werte (dafür erscheinen alle Vorgaben durch die Literatur etwas optimistisch), sondern Verhältnisse – man kann erkennen, welche Technik am meisten CO_2 pro eingesetzter kWh einspart. Zum Vergleich haben wir wiederum die Daten für Brennstoffzellen- und Batterieautos hinzugefügt.

Energie-Input	Technik	Output Energie in kWh	Reichweite in km	Energiebedarf fossiles Benzin für gleiche Strecke in kWh	Vermiedene $CO_{2äq}$-Emissionen in $gCO_{2äq}/km$[c]
1 kWh	Power to Gas (PtG) im Auto	0,58	1,51	0,59	156
1 kWh	Methanol im Auto	----	---	---	---
1 kWh	Synthetischer Diesel nach Fischer-Tropsch	0,5	1,40	0,55	145
1 kWh	Wasserstoff im Brennstoffzellen-Auto (-12%)[a]	0,65	3,35	1,49	349
1 kWh	Strom im Batterie- Auto 400 km (-20%)[b]	0,8	6,44	2,52	669

Tabelle 2: eigene Darstellung und Berechnung nach [5] [12] und Beratung durch UBA.

Zugrunde liegende Werte nach [12, S.42, 43, 38]:
Benzin, Verbrauch: 140,74 MJ/100km = 39,09 kWh/100km, 103,92 $CO_{2äq}$
PtG, Verbrauch nach CNG: 138,51 MJ/100km = 38,48 kWh/100km
FT-Diesel, Verbrauch: 129,00 MJ/100km = 35,83 kWh/100km
Brennstoffzellen-Pkw (FCEV): 69,74 MJ/100km = 19,37 kWh/100km
Batterie-Pkw, (BEV 400): 44,71 MJ/100km = 12,42 kWh/100km
Verluste in der Vorkette, wie fossiler Rohöltransport oder Leistungsverluste im Stromnetz, sind nicht berücksichtigt.

[a] -12% gegenüber [5], um Energieverbrauch für Kompression wiederzugeben. Empfohlen durch UBA.

[b] -20%, um Netz- und Ladeverluste wiederzugeben. Empfohlen durch UBA.

[c] Die Werte für CO_2 sind für Verbrenner etwas niedriger als rein rechnerisch, da beim Verbrennungsprozess auch klimawirksame Gase und andere Schadstoffe entstehen, die nicht durch Direct Air Capture wieder aufgefangen werden. Senkung empfohlen durch UBA.

- Die Tabellen zeigen:
  - FT-Diesel spart am wenigsten CO_2, Batterie-Autos mit Abstand am meisten CO_2 pro eingesetzte Kilowattstunde Strom im Vergleich zu herkömmlichen Benzinverbrenner-Pkw
  - die Erzeugung von FT-Diesel ist mit dem größten Aufwand verbunden
  - für den Betrieb der gleichen Menge Batterie-Pkw müssten daher deutlich weniger Wind- und PV-Anlagen gebaut werden als für die anderen Techniken
  - Batterie-Pkw sparen gegenüber Verbrenner-Pkw bereits heute mehr CO_2 als bei der Stromerzeugung im deutschen Strommix entstehen.

Welche weiteren Vor- und Nachteile synthetischer Kraftstoffe werden in der Wissenschaft diskutiert?

	Vorteile	Nachteile
Power to Gas (PtG), Verbrenner	– Infrastruktur durch Gasleitungen vorhanden – hohe Energiedichte – leichter Transport	– Methan ist starkes Treibhausgas – unvermeidbarer Schlupf kann Vorteil vernichten – Motoren müssen umgerüstet werden – Konkurrenz mit Stromerzeugung und Industrie – lokale Schadstoffemissionen, – DAC notwendig – ggf. von Verbrennerverboten betroffen
Methanol (PtL), Verbrenner	– hohe Energiedichte – leicht erzeugbar – kein Treibhausgas – leicht transportierbar – flexible Weiterverarbeitung	– Motoren müssten umgerüstet werden – Weiterverarbeitung zu Benzin etc. ist zusätzlicher – Energieaufwand – giftig, lokale Schadstoffemissionen, – DAC notwendig – ggf. von Verbrennerverboten betroffen
FT-Benzin oder Diesel (PtL), Verbrenner	– hohe Energiedichte – kann bestehende Infrastruktur (Tanker, Tankstellen) weiternutzen – kann in vorhandenen Motoren verbrannt werden – fast vollständig beherrschte Technik	– besonders energieaufwendig – giftig, lokale Schadstoffemissionen, lokale THG-Emission (Lachgas), – DAC notwendig, – von Verbrennerverboten betroffen
Wasserstoff, Brennstoffzellen -Auto	– Wasserstoffproduktion ist beherrschte Technik – prinzipiell leicht dekarbonisierbar – lokal emissionsfrei, vergleichsweise kurze Ladezeiten	– geringe Energiedichte, besonders explosiv – noch keine Großserienfahrzeuge – hoher Energieverbrauch durch Kompression – kaum Infrastruktur – Konkurrenz um Wasserstoff mit Industrie oder Düngemittelproduktion denkbar
Strom, Batterie-elektrisches Auto	– effizienteste Technik – Infrastruktur (Stromnetz) vorhanden – Dekarbonisierung läuft bereits – Großserienproduktion für E-Pkw läuft derzeit an – lokal emissionsfrei – am schnellsten einsetzbare Technik	– geringe Energiedichte – erhöhtes Fahrzeuggewicht – längere Ladedauer – Umstellung Fahrzeugflotte

Tabelle 3: nach [2] [4]-[6] [8]-[11].

Probleme und offene Fragen

Welche Menge an synthetischen Treibstoffen ist für den Klimaschutz nötig?

Auf diese Frage hat die Wissenschaft keine eindeutige Antwort. Das wäre aber wichtig, weil die Technik teuer ist und nur mit Subventionen aufgebaut werden könnte [4] [10]. Damit nicht zu viel (Steuer-)Geld ausgegeben wird für eine Technik, die nach kurzer Zeit wieder obsolet ist (stranded investments), wäre es dringend nötig, den Bedarf möglichst genau einzugrenzen.

- Weitgehend einig sind sich alle Forscher, dass synthetische Treibstoffe vor allem in Flugzeugen und Schiffen auf internationalen Routen eingesetzt werden sollten.
- Einige Forscher sehen dabei auch im Straßengüterverkehr einen möglichen Bedarf für synthetische Treibstoffe, (z.B. 26 TWh bis 87 TWh (mit Schiff und Bahn) [5]); für Lkw kommen aber auch Batterie-Lkw und Oberleitungen in Betracht [7] oder Brennstoffzellen.
- Bislang wurden Batterien nur von einigen Logistikern für bestimmte Strecken für möglich gehalten. Das ändert sich jedoch derzeit: Offenbar entwickeln Lkw-Hersteller derzeit Batterie-Lkw auch für Langstrecken. Energiesystemforscher haben Batterie-Lkw bisher kaum berücksichtigt [7].
- Größte Unsicherheit: der Straßenverkehr. Die meisten Studien [5] [6] [7] [10] errechnen aufgrund unterschiedlicher Voraussetzungen einen Bedarf von 24 TWh [5] bis 890 TWh (für alle Verkehrsträger zusammen) [6].
- Die AG 1 der Plattform Zukunft der Mobilität konnte sich daher nicht auf ein gemeinsames Votum über die Bedeutung der synthetischen Treibstoffe einigen [11].
- Einen interessanten Versuch unternimmt das Forschungszentrum Jülich [3]: Seine Modellfamilie errechnet den Fahrzeugbestand und Kraftstoffbedarf nach der Vorgabe „günstigste Kosten". Das Ergebnis: Es gibt erhebliche Verschiebungen, je nachdem, ob das Ziel 80 oder 95 Prozent CO_2-Reduktion (Basis 1990) ist:
  - Benzin: fast nur durch Methan (80-Prozent-Szenario) oder nur durch Bioethanol (95-Prozent-Szenario) ersetzt
  - Methan: nur fossil, Gesamtbedarf 647 TWh (80-Prozent-Szenario) oder 42 TWh (95-Prozent-Szenario)
  - Diesel 2050: fast nur fossil (80-Prozent-Szenario) oder nur synthetisch 50 TWh (95-Prozent-Szenario) [3, S. 63]
  - Die Maßnahmen für die beiden Ziele widersprechen sich zum Teil erheblich [3, S. II]
- Diese Werte hängen jedoch von den Produktionskosten der Fahrzeuge ab. Deren Bestimmung stufen die Forscher aufgrund der Studienlage als „nicht sehr robust" ein [3, S. 65-67]. Leichte Änderungen verändern die Zusammensetzung und damit den Bedarf erheblich.

Keine Studie hat übrigens bis jetzt einbezogen, dass weltweit immer mehr Länder den Verkauf und später den Gebrauch von Verbrenner-Fahrzeugen ab 2025/30/35 verbieten wollen. Davon können auch Fahrzeuge betroffen sein, die mit synthetischen Treibstoffen betrieben werden.

Woher kommt der Kohlenstoff für die synthetischen Treibstoffe?

Das ist ein weiterer wichtiger Faktor, damit synthetische Treibstoff den Klimawandel nicht verschärfen.

- Quellen für Kohlenstoff wären:
  - Kohle – fossil, mehr CO_2 kommt in die Luft = kein Klimanutzen [4, S. 88f.]
  - Biomasse – muss angebaut werden, Teller-oder-Tank-Debatte = Zielkonflikt [1, S. 10] [4, S. 81]
  - CO_2 – kann aus der Luft gewonnen werden = Klimanutzen möglich
- CO_2 aus der Luft zu gewinnen, wird daher heute von den meisten Forschern als die einzig nachhaltige angesehen. Allerdings bedeutet das:
  - CO_2-Abscheidung aus der Luft ist sehr energieaufwendig [4]. Vermiedene Menge CO_2 ist daher erheblich geringer als bei anderen Techniken (siehe Tabelle 1)
  - der CO_2-Kreislauf aus Verbrennung und Rückgewinnung muss erst aufgebaut werden
  - der CO_2-Kreislauf muss mindestens perfekt sein – so viel CO_2, wie entsteht, muss auch entfernt werden, besser sogar mehr
  - der CO_2-Anteil in der Luft bleibt aufgrund Verbrennung des synthetischen Treibstoffs, was wieder CO_2 freisetzt, bestenfalls stabil. Der IPCC geht aber davon aus, dass bis 2100 eine Billion Tonnen CO_2 aus der Luft abgeschieden werden müssen, um das 1,5-Grad-Ziel zu halten [13].
  - es wurde bislang offenbar nicht untersucht, wie sich ein sinkender CO_2-Anteil in der Luft auf den Energieverbrauch und die Kosten von synthetischen Treibstoffen auswirken würde. Das wäre sinnvoll, um möglichen Interessenkonflikten vorzubeugen.

Wie teuer werden die synthetischen Treibstoffe?

Studien gehen in der Regel davon aus, dass der Preis pro Liter für synthetische Treibstoffe auf Dauer zum Teil erheblich über denen für die fossile Variante liegen wird.

- Als Spanne gibt zum Beispiel [2] die folgenden möglichen Kosten für die Bereitstellung der Treibstoffe beim Kunden im Jahre 2050 nach einer erheblichen Kostenreduktion durch Lerneffekte an:
  - Methan: 17-29 ct/kWh im Vergleich zu $CH_{4fossil}$, 5,6 ct/kWh [2, S. 47]
  - Kerosin: 21-34 ct/kWh im Vergleich zu $Kerosin_{fossil}$ 10 ct/kWh [2, S. 50f.]
- Zu beachten ist dabei, dass die Preise für den Kunden durchaus höher liegen dürften, da zum Beispiel Gewinnmargen nicht mit einberechnet wurden.
- Anlagen zur Produktion synthetischer Treibstoffe sind so teuer, dass sie mindestens 4000 Stunden im Jahr laufen müssten. Eine Erzeugung mit erneuerbarem Strom, der nicht verbraucht werden konnte, erscheint schwer organisierbar [1] [2] [4] oder erst erreichbar, wenn in Deutschland mehr als 95 Prozent Strom aus erneuerbaren Energien stammt [6].
- Alle Studien gehen davon aus, dass diese Menge EE im Ausland erzeugt werden muss, weil in Deutschland nicht genug Platz für so viele Windräder ist. [1, S. 3] [4, S. 49, 87].
- Es ist zum derzeitigen Zeitpunkt offen, ob es genug Produktionskapazitäten für den Bedarf der gesamten Welt gibt und wie viel CO_2 durch den Transport der Treibstoffe entsteht.

Wann können wir synthetisches Benzin an der Tankstelle zapfen?

Kein Produktionsverfahren ist zum derzeitigen Zeitpunkt im industriellen Verfahren einsatzbereit. Forscher rechnen daher damit, dass die ersten großen Anlagen erst ab Mitte des Jahrzehnts gebaut werden [11].

- Menge an erforderlichem erneuerbarem Strom bei weitem noch nicht verfügbar

- Sollen Anlagen in Staaten des Mittleren Ostens und Nordafrikas (MENA-Staaten) errichtet werden, müsste auch die notwendige Infrastruktur wie ein Stromnetz oder zum Beispiel Elektrolyseure aufgebaut werden.
- Die Produktion an Elektrolyseuren für erforderlichen Wasserstoff aus Wasser-Elektrolyse ist zwar möglich, aber derzeit noch nicht in der erforderlichen Anzahl.
- Direct-Air-Capture-Anlagen sind Voraussetzung – sehr wenige, kleine Unternehmen zeigen anhand erster Pilotanlagen, dass die Technik funktioniert. Darauf folgen größere Demonstratoren, danach erst erste, industrielle Anlagen [2] [8] [11].
- Power to Gas / Methan-Anlagen setzen auf Synthese von Wasserstoff und CO_2 zu CH_4 im Sabatier-Prozess; das ist großtechnisch noch nicht erprobt [2, S. 24].
- Power to Liquid (Benzin, OME, DME)-Anlagen, die durch die Methanolsynthese und die Weiterverarbeitung produziert werden sollen; sind großtechnisch noch nicht erprobt [2] [11].
- Das Fischer-Tropsch-Verfahren für synthetisches/n Kerosin, Benzin oder Diesel ist seit Langem bekannt und wird auch vereinzelt zu Treibstoffgewinnung aus Kohle eingesetzt. Vorstufe der Erzeugung von Synthesegas ist ebenfalls erst im Pilot-Stadium [8, S. 35].
- Die Kombination der Verfahren miteinander zu einer großen Anlage ist ebenfalls eine Herausforderung, sie erfordert erhebliches Feintuning [4] [11]. Optimistische Annahmen gehen von einem Bau der ersten Anlagen nach 2024/25 aus [10], konservative eher von 2028 [7]. Wie sicher diese Angaben sind, lässt sich heute nicht sagen. Erfahrungsgemäß kann es jedoch auch länger dauern.
- Das wären dann jedoch erst die ersten Anlagen. Für einen wirksamen Klimaschutz reichten die bei weitem nicht aus, der weitere Ausbau dürfte wie bei der Energiewende Jahrzehnte benötigen.

Fazit

Die Diskussion um synthetische Treibstoffe findet unter einem erheblichen Zeitdruck statt: Wenn es das Ziel der Politik in Europa ist, die Klimaerwärmung auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen, um eine katastrophale Klimaerhitzung zu vermeiden, verbleiben nur noch wenige Jahre, um die Treibhausgasemission gesenkt zu haben. Da erscheint es sinnvoll/plausibel, auf einen Technologiewettbewerb, der noch gar nicht begonnen hat, zu verzichten und stattdessen den Einsatz unterschiedlicher Treibstoffe durch politische Entscheidungen zu priorisieren und vor allem auf die zu setzen, die am meisten CO_2 vermeiden. Zumal immer mehr Nationen dazu übergehen, die Zulassung von Verbrennern ab einem bestimmten Jahr zu verbieten. Technisch wäre es sinnvoll, den Einsatz von synthetischen Treibstoffen stark zu begrenzen zugunsten von Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeugen [4] [5]:

- Der Prozess wird immer mehr Energie verbrauchen, als durch die Verbrennung freigesetzt wird.
- Der Prozess wird nur dann helfen, das Klima zu stabilisieren, wenn der Kreislauf perfekt geschlossen wird.
- Das E-Auto als Alternative (mit Batterie oder Brennstoffzelle) ist bereits auf dem Markt, die Techniken zum Laden (Strom) müssen „nur" ausgebaut werden. (Eine weitere Forschung an den Materialien und deren Recycling ist dennoch notwendig).
- Für den Betrieb von E-Fahrzeugen müssen erheblich weniger Wind- oder PV-Anlagen errichtet werden als für synthetische Treibstoffe (1:4-5) [4]

- Insbesondere im Pkw, wo diese effizienteren Techniken zur Verfügung stehen, erscheint es daher sinnvoll zu sein, auf den Einsatz synthetischer Treibstoffe zu verzichten und stattessen Batterien und Brennstoffzellen zu priorisieren – zumal diese jetzt schon CO_2 einsparen. (siehe Tabelle 2, siehe auch Angebote des SMC – Expertenstatements zur neuen Schweden-Studie und Fact Sheet zu Brennstoffzellen und Batterien, vgl. [14]
  - Damit kann das Ziel verfolgt werden den Bedarf für synthetische Treibstoffe niedrig zu halten.
  - Dies könnte auch für die deutsche Autoindustrie ein wichtiges Signal sein, so schnell wie möglich auf die neuen Antriebe zu setzen. Denn mit jedem Land, das Verbrenner-Fahrzeuge verbietet, schrumpft der Markt für Hersteller der „alten" Antriebe.
  - Ergänzend sollten Pkw (und Lkw) so sparsam wie möglich sein.
  - Weiter sollte der Umstieg auf nicht-motorisierte oder öffentliche Verkehrsmittel unbedingt gefördert werden.
- Synthetische Treibstoffe dagegen „sind Not". Sie sollten im Verkehr nur dort eingesetzt werden, wo derzeit wirklich kein Ersatz zu erkennen ist: in der Luftfahrt und eben im internationalen Schiffsverkehr.
- Direct-Air-Capture-Anlagen könnten stattdessen CO_2 aus vergangenen Tagen aus der Luft abscheiden und zum Beispiel im Boden lagern, um vom IPCC eingerechneten Beitrag zum Klimaschutz zu leisten – vorausgesetzt, die Erforschung führt zum Erfolg.
- Ende 2020 / Anfang 2021 schwebt das Verfahren für die Umsetzung der EU-Richtlinie RED II [15] in deutsches Recht noch. Es ist daher damit zu rechnen, dass Verbände und Unternehmen sich bemühen, ihre Interessen in diesen Prozess einzubringen und sich dafür auch Studien anfertigen lassen werden.
- Bei zukünftigen Studien zu Kosten- und Bedarfsanalysen synthetischer Treibstoffe lohnt es sich wegen der großen Unsicherheiten einerseits und der zum Teil erheblichen Interessenkonflikte andererseits besonders genau darauf zu achten, wer die Studien in Auftrag gegeben hat. Der Auftraggeber bestimmt oft die Vorgaben für die Forscher; Studienergebnisse könnten die wirtschaftlichen oder politischen Ziele des Auftraggebers leichter bestätigen.

Literatur

[1] Agora Verkehrswende et al. (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter Brennstoffe.

[2] Prognos (2020): Kosten und Transformationspfade für strombasierte Energieträger. Endbericht zum Projekt „Transformationspfade und regulatorischer Rahmen für synthetische Brennstoffe", Studie im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft und Energie.

[3] Robinius M et al. (2020): Wege für die Energiewende. Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment, Bd. 499.

[4] Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRA) (2017): Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor. Sondergutachten November 2017.

[5] Purr K et al, BMU (2020): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE-Studie. BMU Climate Change 36/2019.

[6] Sterchele P et al. (2020): Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem. Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweise. Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg.

[7] Gerbert P et al. (2018): Klimapfade für Deutschland. Studie der Boston Consulting Group und Prognos, in Auftrag gegeben durch den Bundesverband der Industrie (BDI).

[8] Nationale Plattform Zukunft der Mobilität NPM (2019): Elektromobilität. Brennstoffzelle. Alternative Kraftstoffe – Einsatzmöglichkeiten aus technologischer Sicht. 1. Kurzbericht der AG2 – Alternative Antriebe und Kraftstoffe für nachhaltige Mobilität.

[9] NPM (2020): Einsatzmöglichkeiten unter realen Rahmenbedingungen. 2. Kurzbericht der AG2.

[10] NPM (2019): Wege zur Erreichung der Klimaziele 2030 im Verkehrssektor. Zwischenbericht 03/2019, Arbeitsgruppe 1 – Klimaschutz im Verkehr.

[11] NPM (2020): Werkstattbericht alternative Kraftstoffe – Klimawirkungen und Wege zum Einsatz alternativer Kraftstoffe. Arbeitsgruppe 1 – Klimaschutz im Verkehr.

[12] European Comission: JEC Tank to Wheels Report v5 Passenger Cars.

[13] IPCC (2018): Global Warming of 1.5°C.

[14] Agora (2019): Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial.

[15] EU-Parlament und EU-Rat (21.12.2018): Richtlinie (EU) 2008/2001 des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung). Amtsblatt der europäischen Union.

Ansprechpartner in der Redaktion

Sönke Gäthke
Redakteur für Energie und Technik

Telefon +49 221 8888 25-0
E-Mail redaktion@sciencemediacenter.de

Disclaimer

Dieses Fact Sheet wird herausgegeben vom Science Media Center Germany. Es bietet Hintergrundinformationen zu wissenschaftlichen Themen, die in den Schlagzeilen deutschsprachiger Medien sind, und soll Journalisten als Recherchehilfe dienen.

SMC-Fact Sheets verstehen sich nicht als letztes Wort zu einem Thema, sondern als eine Zusammenfassung des aktuell verfügbaren Wissens und als ein Hinweis auf Quellen und weiterführende Informationen.

Dieses Fact Sheet wurde von Experten aus der Wissenschaft auf Korrektheit geprüft.

Sie haben Fragen zu diesem Fact Sheet (z. B. nach Primärquellen für einzelne Informationen) oder wünschen Informationen zu anderen Angeboten des Science Media Center Germany? Dann schicken Sie uns gerne eine E-Mail an redaktion@sciencemediacenter.de oder rufen Sie uns an unter +49 221 8888 25-0.

Impressum

Die Science Media Center Germany gGmbH (SMC) liefert Journalisten schnellen Zugang zu Stellungnahmen und Bewertungen von Experten aus der Wissenschaft – vor allem dann, wenn neuartige, ambivalente oder umstrittene Erkenntnisse aus der Wissenschaft Schlagzeilen machen oder wissenschaftliches Wissen helfen kann, aktuelle Ereignisse einzuordnen. Die Gründung geht auf eine Initiative der Wissenschafts-Pressekonferenz e.V. zurück und wurde möglich durch eine Förderzusage der Klaus Tschira Stiftung gGmbH.

Nähere Informationen: **www.sciencemediacenter.de**

Diensteanbieter im Sinne RStV/TMG
Science Media Center Germany gGmbH
Schloss-Wolfsbrunnenweg 33
69118 Heidelberg
Amtsgericht Mannheim
HRB 335493

Redaktionssitz
Science Media Center Germany gGmbH
Rosenstr. 42–44
50678 Köln

Vertretungsberechtigte Geschäftsführer
Beate Spiegel, Volker Stollorz

Verantwortlich für das redaktionelle Angebot (Webmaster) im Sinne des §55 Abs.2 RStV
Volker Stollorz

science
media center
germany