



raffiniert

02 | 2019 IWO-Fachmagazin für den Wärmemarkt

Wie aus Klärschlamm Benzin und Diesel wird

KLIMASCHUTZ

Wie Ölheizungen die Ziele erreichen können

POWER-TO-X

Vorschlag für Markteinführung

IM VERGLEICH

Hybridsysteme für mehr Klimaschutz

FORSCHUNG

Energiewende im Verkehr



UNSERE BESTEN FÜR IHRE KUNDEN

Guard Premium Plus 5

auch für modernste Brennertechnologien



Trak BLU-100®

für alle Diesel-Fuels



ERC Additiv GmbH | Bäckerstraße 11-13 | 21244 Buchholz i.d.N.
Tel: +49 4181 216-500 | E-Mail: office@erc-additiv.de | www.erc-additiv.de

ADDITIV

„Wir müssen effiziente Brennwertheizungen zu Hybridheizungen machen“

Der Gebäudesektor ist für rund 35 Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich. Wenn es richtig ist, dass die energetische Sanierung von bestehenden Gebäuden ein entscheidender Schlüssel für die CO₂-Minderung ist, dann sollten wir Rahmenbedingungen schaffen, die es den Eigentümern erleichtern, Geld für eine effizientere Heizung in die Hand zu nehmen. Dazu zählen finanzielle Anreize in Form von attraktiven Förderprogrammen sowie neutrale Information und gute Beratung. Und auch eine bessere Umsetzung bestehender Regelungen zum Austausch alter Heizkessel ist wünschenswert.

Keineswegs hilfreich sind dagegen spezifische Technologievorgaben. Alle technischen Lösungen, die zu weniger Treibhausgasemissionen beitragen, sollten möglich sein und anerkannt werden. Dies gilt auch für effiziente Brennwertheizgeräte, die mit Öl oder Gas betrieben werden.

Für viele Hausbesitzer stellt der Kesseltausch auf Brennwerttechnik selbst nach Abzug der staatlichen Zuschussförderung noch eine große finanzielle Herausforderung dar. Das Umstellen auf Strom-Wärmepumpe oder Brennstoffzellenheizung kommt da für viele erst recht nicht infrage. Insofern sollte die Politik die Bürger bestärken, die jeweils machbare Sanierungsmaßnahme zu ergreifen, statt durch Technologievorgaben deren Handlungsoptionen zu beschränken und sie durch Forderungen nach einem Ölheizungsverbot zu verunsichern. Zwang und Verbotsdiskussionen führen zu einer abwartenden Haltung, sie verhindern den Einstieg vieler Haushalte in die Energiewende und schwächen damit den Klimaschutz. Von 1990 bis 2017 konnten die Treibhausgasemissionen ölbeheizter Gebäude um 45 Prozent reduziert werden, ohne dass ein rigides Ordnungsrecht nötig gewesen wäre.

Wie die Klimaziele für den Gebäudesektor im 5,5 Millionen Anlagen zählenden Ölheizungsbestand erreicht werden können, zeigt eine aktuelle Studie des Instituts für Technische Gebäudeausrüstung. Neben Maßnahmen wie Dämmung der Gebäudehülle braucht es dazu auf der anlagentechnischen Seite deutlich mehr Heizungsmodernisierungen mit Brennwerttechnik und verstärkt Hybridheizsysteme, die Brennwerttechnik mit erneuerbaren Energien kombinieren. Damit ließe sich ein großer Teil der bis 2030 angestrebten CO₂-Minderung erreichen.

Laut Studie könnte die verbleibende Lücke durch die Nutzung von abgeregeltem Grünstrom in Hybridheizungen, durch Smart-Home-Anwendungen in Gebäuden und durch treibhausgasreduzierte Brennstoffe geschlossen werden. Die meisten Technologien seien bereits im Markt verfügbar, teilweise hapere es allerdings noch an der Anerkennung als Erfüllungsoption zur Treibhausgasreduzierung. Deshalb ist die Politik gefragt, verlässliche Rahmenbedingungen für investitionsbereite Bürger zu schaffen.



Jörg Debus
IWO-Vorstandsvorsitzender

@ Ihre Meinung ist uns wichtig: raffiniert@iwo.de

INHALT



» ENERGIEWENDE & KLIMASCHUTZ

Aktuelle Studie zeigt, wie der Ölheizungsbestand die Klimaziele erreichen kann



» PRAXIS

Im Vergleich: Hybridsysteme für mehr Klimaschutz



» POWER-TO-X

Branchen-Allianz schlägt Markteinführungsprogramm vor



» NEUE BRENNSTOFFE

Wie aus Klärschlamm Benzin und Diesel wird



» VERKEHRSWENDE

Forschungsinitiative nimmt synthetische Kraftstoffe in den Fokus

IMPRESSUM

raffiniert

IWO-Fachmagazin für den Wärmemarkt

HERAUSGEBER Institut für Wärme und Oeltechnik e.V. (IWO), Süderstraße 73a, 20097 Hamburg, Tel. 040/23 51 13-0, Fax 040/23 51 13-29, E-Mail: raffiniert@iwo.de VERANTWORTLICH FÜR DEN INHALT Adrian Willig CHEFREDAKTION Alexander Fack REDAKTION Rainer Diederichs, Christine Engel, Frank Urbansky, Jürgen Wendnagel ANZEIGEN Andreas Fallinski LAYOUT Laura Münch VERLAG/DRUCK Verlag A. Fromm, 49074 Osnabrück. Der Stückpreis beträgt 4,00 Euro. Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag enthalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Erlaubnis des Herausgebers und Quellenangabe. Titel: SER Straubing/Fotografie Rötzer

NEWS



Wind und Wärme

Modellregion Lübke-Koog offiziell gestartet

» Schleswig-Holsteins Energieminister Jan Philipp Albrecht (Bündnis 90/ Die Grünen) hat die Wind-und-Wärme-Modellregion Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog offiziell gestartet (Bild oben). Im Rahmen des Projekts wird Windstrom immer dann zur Wärmeversorgung genutzt, wenn die überregionalen Stromnetze diesen nicht aufnehmen können. Dafür sind in 13 Wohnhäusern des Lübke-Koogs effiziente Öl-Hybridheizungen mit einem virtuellen Kraftwerk verbunden worden. In der gut einjährigen Erprobungsphase werden Messdaten erfasst. Sie sollen Auskunft darüber geben, ob dieses Konzept zur Nutzung von ansonsten abgeregeltem Strom auch für eine großflächige Nutzung infrage kommt. Initiiert wurde die Wind-und-Wärme-Modellregion von der ARGE Netz, dem Bürger-Windpark Lübke-Koog, der Gemeinde Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog und IWO. Im Jahr 2018 wurden rund 11 Prozent (2.860 GWh) der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein abgeregelt und somit nicht genutzt. Die daraus resultierenden Entschädigungsansprüche von Anlagenbetreibern betragen nach Schätzung der Netzbetreiber und der Bundesnetzagentur rund 300 Millionen Euro.

Weitere Infos: www.wind-und-waerme.de

424.586

Autos mit Elektromotor (Hybrid-Pkw und Elektro-Pkw) waren laut Kraftfahrt-Bundesamt am 1. Januar 2019 in Deutschland zugelassen. Ihr Anteil am Pkw-Gesamtbestand von derzeit rund 47 Millionen liegt damit bei 1 Prozent. Die Millionen-Marke bei Elektro-Pkw soll nach neuer Prognose der Regierung im Jahr 2022 erreicht werden. Bis 2030 seien zehn Millionen E-Autos nötig, um die Klimaziele im Verkehr zu erreichen, heißt es aus dem Verkehrsministerium. Damit das gelingt, bedarf es großer Anstrengungen – nicht nur aufseiten der Autohersteller (Modellvielfalt,

Reichweite und Preis), sondern auch auf der Stromseite, etwa beim Aufbau der Ladeinfrastruktur. Nötig sind darüber hinaus vielfältige Anstrengungen bei der Entwicklung synthetischer flüssiger Kraftstoffe auf Basis von Biomasse oder Ökostrom. Denn die Mehrzahl der Pkw wird auch nach 2030 von Verbrennungsmotoren angetrieben. Und für Schiffe und Flugzeuge ist der Elektroantrieb selbst langfristig betrachtet keine Option. Das weiß auch die Bundesregierung und fördert die Forschung und Erprobung von synthetischen Kraftstoffen.

Gebäudeenergiegesetz

Neuer Entwurf in der Verbändeabstimmung

» Das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) und das für Bau zuständige Bundesinnenministerium haben Ende Mai einen neuen Referentenentwurf für ein Gebäudeenergiegesetz (GEG) an die Bundesländer und an relevante Verbände zur Stellungnahme versendet. Die Abstimmung mit anderen Ministerien ist allerdings zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen. Mit dem GEG sollen das Energieeinspargesetz, die Energieeinsparverordnung sowie das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammengelegt werden. Laut Entwurf soll das bisherige Anforderungsniveau der Energieeinsparverordnung und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes beibehalten werden. Entsprechend findet sich im GEG-Entwurf zum Beispiel auch der derzeit für Öl und Gas geltende Primärenergiefaktor von 1,1. Das Umweltministerium will jedoch schärfere Vorgaben für Neubau und Bestand durchsetzen. Eine Reihe offener Punkte muss innerhalb der Regierung noch abgestimmt werden. Dazu zählt die Forderung nach Änderung des Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit. Die Anforderungen an Bauherren müssen nach § 5 und § 101 des Entwurfs wirtschaftlich vertretbar sein. Wann es zu einem Kabinettsbeschluss kommt, ist offen. Bei der Verbändeanhörung Ende Juni konnte das BMWi noch keinen Zeitplan benennen.



Projekt „Redifuel“

Forscher arbeiten an CO₂-armem Biodiesel



» Im Rahmen des EU-Projekts „Redifuel“ wollen Forscher die Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation voranbringen. Eine Voraussetzung dabei ist: Die verwendete Biomasse darf weder eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion noch zu deren Anbauflächen darstellen. Redifuel will aus verschiedenen biogenen Rohstoffen einen erneuerbaren Diesel-Biokraftstoff gewinnen, der ohne Einschränkung herkömmlichem Diesel zugemischt werden kann. Dazu sind neue Technologien und Herstellungsprozesse erforderlich. Ein Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung eines kompakten, effizienten Fischer-Tropsch-Prozesses, mit dem aus Synthesegas ein flüssiges Rohprodukt erzeugt wird. Für den Produktionsprozess vom Synthesegas bis zum diesel-kompatiblen, normgerechten Biokraftstoff (EN 590) soll zudem ein Design zum Aufbau einer kleinen und einer mittelgroßen Produktionsanlage erarbeitet werden. Neben einer hohen Energiedichte soll sich der neue Kraftstoff durch vorteilhafte Emissionswerte auszeichnen. Die Produktionskosten sollen je nach Biomassequelle auf dem Niveau von 0,90 bis 1,00 Euro pro Liter liegen.

Weitere Infos: www.redifuel.eu

Wie können Ölheizungen die Klimaziele erreichen?



An der Ölheizungstechnik scheiden sich in den Diskussionen zur Wärmewende die Geister. Ist sie von gestern oder doch zukunftsfähig? Klar ist: Sollen Heizungen auch langfristig für Wärme sorgen können, muss das im Einklang mit den Klimazielen geschehen. Ob und wie das für Ölheizungen möglich ist, hat jetzt eine Studie des Instituts für Technische Gebäudeausrüstung Dresden (ITG) untersucht.

Es ist das erklärte Ziel der deutschen Energie- und Klimapolitik, bis zum Jahr 2050 die Emissionen von Treibhausgasen gegenüber 1990 um 80 bis 95 Prozent zu senken. Für das Erreichen dieser Werte spielt der Gebäudeenergiesektor eine wichtige Rolle, denn er weist ein erhebliches Minderungspotenzial auf. „Der Gebäudebestand wird gegenwärtig überwiegend durch fossile Energieträger beheizt. Dabei spielt Öl eine große Rolle, ist jedoch bei den bisherigen Überlegungen zur Energiewende im Gebäudebereich völlig unterbelichtet geblieben“, sagt Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz, ITG-Geschäftsführer und Autor der Studie. In Deutschland leben rund 20 Millionen Menschen in ölbeheizten Häusern. „Ich finde es wichtig, darüber nachzudenken, wie in diesen Haushalten die Energiewende nach vorne gebracht werden kann.“ Bereits der Titel der Studie bringt daher die entscheidende Frage auf den Punkt: „Wie kann der Ölheizungsbestand die Klimaziele erreichen?“

Seit 1990 bereits 45 Prozent weniger Treibhausgase bei ölbeheizten Gebäuden

Die Untersuchung, die das ITG im Auftrag des Instituts für Wärme und Oeltechnik (IWO) durchgeführt hat, betrachtet rund 5,5 Millionen Ölheizungen, die den Bereichen Wohngebäude sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) zugeordnet werden können. Sie zeigt auf, wie groß die Treibhausgaseinsparungen ausfallen müssen und wie dieser Gebäudebestand modernisiert werden könnte, um, ausgehend vom Jahr 1990, die vorgegebenen Ziele für 2030 und 2050 Schritt für Schritt zu erreichen. Dabei zeigt sich: Bislang wurde hier bereits überdurchschnittlich viel geschafft. Die Treibhausgasminde rung bei ölbeheizten Gebäuden seit 1990 beträgt beachtliche 45 Prozent. Zum Vergleich: Der gesamte Gebäudesektor hat im gleichen Zeitraum eine Emissionsminderung von 38 Prozent erzielt.

Offensichtlich ist jedoch auch: Um die ehrgeizigen Klimaziele zu erreichen, ist ein ambitionierteres Vorgehen bei der Gebäudesanierung notwendig. Dies betrifft Heizungsmodernisierungen, den Ausbau von Heizungen zu Hybridsystemen mit Einbindung von erneuerbarer Energie sowie Verbesserungen an den Gebäudehüllen. So könnte laut Studie der Treibhausgasausstoß des deutschen Ölheizungsbestands von 57,1 Millionen Tonnen im Jahr 2017 bis 2030 auf 44,3 Millionen Tonnen reduziert werden. Eine deutliche Einsparung – aber nicht genug. „Das verbleibende Emissionsminderungsziel wird nicht vollständig durch die bislang absehbaren Maßnahmen zur Effizienzsteigerung, wie bessere Dämmung und bessere Anlagentechnik, erreichbar sein“, erklärt Oschatz. Um die Klimaziele für 2030 zu meistern, ist ein Wert von 34,2 Millionen Tonnen notwendig. Das wären dann 67 Prozent weniger als im Referenzjahr 1990. »

Zusätzliche Maßnahmen nötig, um die Lücke zu schließen

Wie aber kann diese Lücke geschlossen werden? „Es gibt eine Reihe von Maßnahmen, die eine Zielerreichung ermöglichen“, so Oschatz. In seiner Studie werden sie konkret aufgelistet. Notwendig sind demnach noch einmal deutlich ambitioniertere Effizienzsteigerungen durch mehr Dämmung und moderne Anlagentechnik. Auch die Nutzung derzeit abgeregelter erneuerbar erzeugter

Strommengen in Hybridheizungen (Power-to-Heat) würde einen Beitrag leisten. Noch größere Treibhausgasreduktionen sind insbesondere durch die Digitalisierung im Gebäudebereich („Smart Home“) sowie brennstoffseitige Treibhausgasminderungen zu erzielen. Zu Letzteren würde zum Beispiel der Einsatz regenerativer Komponenten im Brennstoff zählen.

Maßnahme	THG-Reduzierung in Mio. t CO ₂
Deutlich ambitioniertere Effizienzsteigerungen (Dämmung und Anlagentechnik)	2,55
Nutzbarmachung derzeit abgeregelter EE-Strommengen in Hybridheizungen	0,94
Heben der Effizienzpotenziale durch verstärkte Digitalisierung von Heizungsanlagen	2,66
Anerkennung flexibler Erfüllungsoptionen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und/oder Einsatz regenerativer Komponenten	3,09
Umsetzung geeigneter Power-to-X-Markteinführungsprogramme zur Treibhausgasminderung	0,89
Weitere Innovationen durch Forschung und Entwicklung von zunehmend treibhausgasneutralen flüssigen Energieträgern aus unterschiedlichen Rohstoffquellen (Algen, Abfall, Stroh, PtX, ...)	derzeit nicht quantifizierbar
Summe Maßnahmenpaket	10,12

Zur Erreichung der Zielwerte für 2050 dürfen die Ambitionen nicht verringert werden, denn der Treibhausgasausstoß muss bis dahin auf 20,7 Millionen Tonnen (80-Prozent-Ziel) beziehungsweise 5,2 Millionen Tonnen (95-Prozent-Ziel) sinken. Hierfür werden dann vor allem brennstoffseitige Maßnahmen immer mehr an Bedeutung gewinnen, genauer: der Einsatz treibhausgasreduzierter flüssiger Energieträger, die das fossile Heizöl zunehmend ersetzen. Grundsätz-

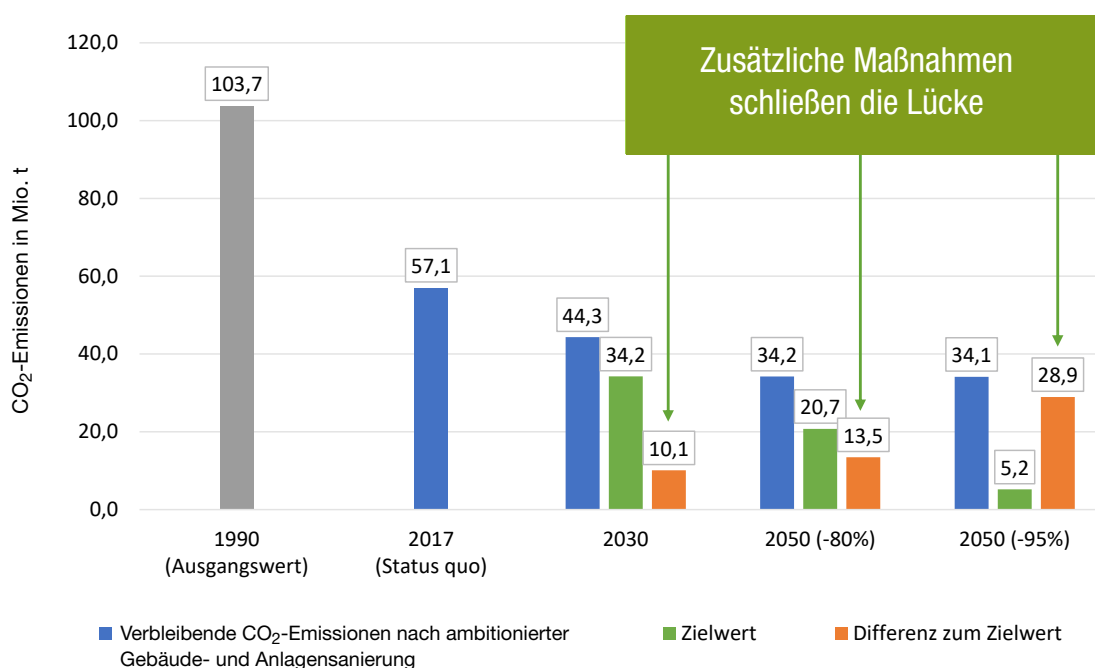
lich sei also für den ölbeheizten Gebäudebestand die Erreichung der Klimaschutzziele bis 2030 und dann auch 2050 möglich, fasst Oschatz zusammen. „Sie erfordert aber Anstrengungen, die über das, was wir bisher initiiert haben, deutlich hinausgehen. Und das sind Maßnahmen, die man jetzt starten muss.“

„*Es gibt eine Reihe von Maßnahmen, die eine Zielerreichung ermöglichen.*“

Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz | ITG-Geschäftsführer und Autor der Studie



Verbleibende Differenz zum Zielwert CO₂-Emissionen (Betrachtung mit Abgängen)



Attraktivere Anreize notwendig

Aus den Ergebnissen der Studie lassen sich verschiedene Handlungsempfehlungen für die Politik ableiten. Sie zeigen, wie die vorhandenen Potenziale zur Senkung von Treibhausgasemissionen konsequent und technologieoffen genutzt werden könnten. Dies betrifft vor allem eine attraktive und technologieoffene steuerliche Sanierungsförderung. Aber auch die Unterstützung von Einzelmaßnahmen durch die KfW-Bank – wie für den Austausch alter Kessel gegen effiziente, neue Brennwertgeräte – sollte beibehalten und ausgebaut werden. Wichtig seien finanzielle Anreize auch, um die Digitalisierung im Gebäudebereich anzuschieben. Des Weiteren bedürfe es einer attraktiven technologieoffenen Förderung von hybriden Systemen, einschließlich der Berücksichtigung von Photovoltaik-Hybridsystemen zur anteiligen Nutzung von selbst erzeugtem Strom für die Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung. Im künftigen Gebäudeener-

giegesetz sollten eine ganzheitliche Betrachtung des gesamten Wärme- und Strombedarfs sowie eine Gleichbehandlung treibhausgasreduzierter flüssiger Energieträger mit anderen Optionen erfolgen. Für die Nutzbarmachung derzeit aberegelter Strommengen aus erneuerbaren Energien in Hybridheizungen lautet der Vorschlag, die regulatorischen Rahmenbedingungen im Strommarkt so anzupassen, dass zum Beispiel durch Preisanreize die Stromnachfrage gezielt dann angeregt wird, wenn überschüssiger Strom aus erneuerbaren Energien, wie etwa Windstrom, zur Verfügung steht. Umgekehrt sollte Strom dann teurer sein, wenn die Stromnachfrage durch erneuerbare Energien nicht gedeckt werden kann und Strom konventionell produziert werden müsste. Um die notwendigen Treibhausgasersparungen im Brennstoffbereich realisieren zu können, werden Markteinführungsprogramme für synthetische flüssige Brennstoffe auf Basis von Strom aus erneuerbaren Energien (Power-to-Liquids) als wichtig erachtet. Unerlässlich sei zudem die Sicherstellung einer technologieoffenen Forschungsförderung.

Effizienz steigern, Erneuerbare einbinden und grüne Brennstoffe verwenden!

Die Herausforderung im Gebäudebestand sind groß, sie anzugehen, ist aber ein Muss. Dass sich die Aufgabe durch Abwanderung auf andere Heizsysteme von selbst erledigen wird, ist keine realistische Option. Zwar ist ein Heizsystemwechsel eines gewissen Teils der ölbeheizten Gebäude in der ITG-Untersuchung bereits berücksichtigt, aber für viele ölbeheizte Haushalte kommt eine vollständige Umstellung auf rein erneuerbare Energieträger oder -systeme kurzfristig nicht infrage. Neben fehlenden Voraussetzungen bei den Gebäuden sprechen aus Sicht der Eigentümer vor allem die hohen Investitionskosten dagegen.

Ein gangbarer Weg und zugleich relevanter Beitrag zur Treibhausgasminderung ist im ersten Schritt der Umstieg auf effiziente Öl-Brennwerttechnik, die Erweiterung zum Hybridsystem im zweiten Schritt und im dritten Schritt die Verwendung zunehmend klimaschonenderer flüssiger Brennstoffe anstelle von konventionellem Heizöl. ■

Im Vergleich

Hybridsysteme für mehr Klimaschutz

Um die ehrgeizigen deutschen Klimaziele für 2030 zu erreichen, ist ein ambitionierteres Vorgehen notwendig. Dazu gehören unter anderem deutlich mehr Heizungsmodernisierungen sowie die sinnvolle Einbindung von erneuerbaren Energien. Um die Hausbesitzer auch finanziell nicht zu überfordern, sind intelligente Lösungen gefragt, die sich rasch in die Praxis umsetzen lassen und ein stimmiges Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen. In den Fokus rücken zunehmend Hybridlösungen, die Strom und Wärme bereitstellen. IWO hat dazu drei Systeme miteinander verglichen.

Hoch im Kurs steht bei den deutschen Hauseigentümern ein Photovoltaiksystem: Mehr als drei Viertel sind grundsätzlich bereit, in eine Solarstromanlage auf dem eigenen Dach zu investieren, die auch zum Heizen genutzt werden kann. Das zeigte eine repräsentative Civey-Befragung im Auftrag des Instituts für Wärme und Oeltechnik (IWO).

„Das Umfrageergebnis verdeutlicht, dass hier ein großes Potenzial für neue Kombi-Systeme, sogenannte Hybridheizungen, vorhanden ist“, sagt IWO-Geschäftsführer Adrian Willig. „Hybridheizungen, die PV-Strom einbinden, können einen sinnvollen Beitrag für die Energiewende leisten – vor allem in bestehenden Gebäuden, in denen die technischen Voraussetzungen für Alternativen oft nicht gegeben sind.“ Hier ist die Öl-Brennwerttechnik eine sehr gute Basis für die Kombination mit der Solarenergie, die ja vor allem während der Heizperiode nur eingeschränkt nutzbar ist. Heizöl als speicherbarer Energieträger gewährleistet die Versorgungssicherheit und ermöglicht eine flexible, systemdienliche Nutzung der erneuerbaren Energien.

Bis zu 53 Prozent weniger Treibhausgase

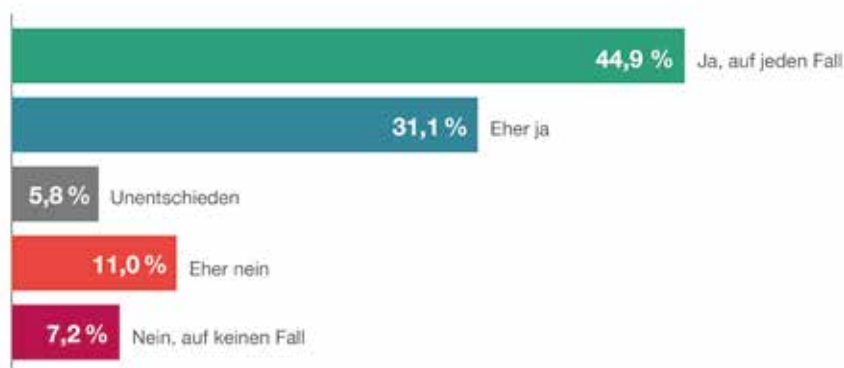
Besonders interessant für modernisierungswillige Ölheizungsbesitzer ist eine Kombination aus Brennwerttechnik, Photovoltaikanlage und Warmwasser-Wärmepumpe (WW-WP), die mit selbst produziertem Photovoltaikstrom betrieben wird, der nicht als Haushaltsstrom benötigt wird. Es gibt in diesem Preissegment aber noch zwei Technologie-Alternativen: die Umstellung auf eine monovalente Luft/Wasser-Wärmepumpe oder auf Erdgas in Verbindung mit einer Brennstoffzellenheizung. Für den Modernisierungsfall in einem typischen Einfamilienhaus hat IWO die Systeme miteinander verglichen. Der Heizsystemvergleich bezieht sich auf ein bestehendes Einfamilienhaus (rechteckig-

Öl-PV plus Warmwasser-Wärmepumpe

temdienliche Nutzung der erneuerbaren Energien.

Solarstrom: Hauseigentümer setzen auf neue Option

Wären Sie grundsätzlich bereit, in eine Solarstromanlage auf Ihrem Dach zu investieren, die auch zum Heizen genutzt werden kann?



Quelle: Repräsentative Civey-Umfrage im Auftrag von IWO, Stichprobengröße: 2.005, Befragungszeitraum: 20.12.2018-06.01.2019

ger Grundriss, Satteldach) mit 150 Quadratmeter Nutzfläche [$q_h = 102 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und $q_{t_w} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] und Ölheizkessel (Baujahr vor 1986).*

Im Vergleich zum alten Ölkessel fällt die Treibhausgasminderung bei ganzheitlicher Betrachtung der Strom- und Wärmeversorgung des Gebäudes bei allen drei Lösungen überzeugend aus: Auf jeweils 53 Prozent Minderung kommen das Öl-Hybridsystem und die Gas-Brennstoffzellenheizung; die Strom-Wärmepumpe erzielt 45 Prozent. Übrigens: Die Treibhausgasminderung bei einer Öl-Brennwertmodernisierung ohne Einbindung erneuerbarer Energien beträgt immerhin 26 Prozent.

Kosten-Nutzen-Verhältnis muss stimmen

Sehr wichtig für die meisten Hauseigentümer ist jedoch, dass das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Modernisierungsmaßnahme stimmt. Und unter diesem Aspekt kann das Öl-PV-Hybridsystem doppelt punkten (siehe Grafik): mit der höchsten Kosteneinsparung (48 %) und den niedrigsten Kosten für die Strom- und Wärmeversorgung (1.900 €/a). Für das SHK-Fachhandwerk hat die Öl-Hybridvariante einen

wesentlichen Vorteil: Sie lässt sich in der Regel in jedes Bestandsgebäude integrieren, unabhängig davon, ob es energetisch (teil-)saniiert ist oder nicht.

Wärmepumpe im Bestand

Ganz anders sieht es beim Einsatz von monovalenten Strom-Wärmepumpen im Altbau aus. Wie Praxistests zeigen, reagiert die Wärmepumpe beziehungsweise deren Jahresarbeitszahl sehr sensibel auf die Gebäude- und die Nutzungsbedingungen (siehe *raffiniert*, Ausgabe 1/2018, S. 15–17). Bei einem ungeeigneten oder kritischen energetischen Gebäudestandard, bei Heizflächen, die vergleichsweise hohe Vorlauftemperaturen benötigen, sowie bei Fehlern in puncto Planung, Montage, Einregulierung oder Bedienung kann die Effizienz rasch und tief absinken. Am wichtigsten sind zum einen möglichst niedrige Heizkörper-Systemtemperaturen (Vorlauftemperatur max. $55 \text{ }^\circ\text{C}$, besser max. $50 \text{ }^\circ\text{C}$), die sich häufig nicht ohne den nachträglichen Einbau einer Fußbodenheizung oder durch energetische Sanierungsmaßnahmen am Gebäude realisieren lassen. Zum anderen sollten der Warmwasserbedarf und die Warmwassertemperatur (Hy-

gieneanforderungen beachten!) selbst nicht überproportional hoch sein.

Die Kombination eines Brennwertgeräts mit einem Warmwasserspeicher, bei dem das Wasser sowohl vom Brennwertgerät als auch von der in den Speicher integrieren Wärmepumpe erhitzt werden kann, bietet mehrere Vorteile: Aufgrund ihrer vergleichsweise niedrigen elektrischen Leistungsaufnahme (ab ca. $0,5 \text{ kW}$) ist die Trinkwassererwärmung auch bei einem relativ geringen Angebot von Photovoltaikstrom solarelektrisch noch möglich. Und mit selbst produziertem, sonst ins Netz eingespeistem Solarstrom ergeben sich zudem Kostenvorteile im Vergleich zur Wärmebereitstellung mittels Heizöl.

Warmwasser-Wärmepumpen lassen sich sowohl mit Umluft als auch mit Außenluft betreiben, wobei nicht jedes Modell beides kann. Beim Umluftbetrieb entnimmt die Wärmepumpe der Raumluft die Umweltenergie. Diese Variante bietet sich vor allem für unbeheizte, aber tendenziell eher (zu) warme Standorte an, beispielsweise Kellerräume oder Lagerräume für Lebensmittel. Denn hier durchaus erwünschte Nebenefekte sind, dass die Raumluft gekühlt und teilentfeuchtet wird.

Gas-Brennstoffzelle mit hohen Anschaffungskosten

Ähnlich wie eine monovalente Strom-Wärmepumpe eignet sich das innovative Brennstoffzellen-Heizgerät nicht für jedes Eigenheim: Für den Betrieb dieser Form der Mikro-KWK-Anlage ist ein Gasanschluss zwingend erforderlich. Des Weiteren müssen der Wärme- und der Strombedarf des Gebäudes oder Haushalts zum jeweiligen Modell passen. Denn ohne eine adäquate Wärmeabnahme kann das Brennstoffzellenmodul nicht laufen und somit auch keinen Strom produzieren. Nur wenn es ganzjährig möglichst lange läuft und möglichst viel Strom im Haushalt genutzt wird, lässt sich eine wirtschaftliche Betriebsweise darstellen. Unter diesen Aspekten bewegen sich die elektrischen Leistungen der Brennstoffzelleneinheiten modellabhängig im Bereich von etwa $0,3$ bis $1,5 \text{ kW}$. »

In Verbindung mit einem elektrischen Wirkungsgrad von rund 34 bis 63 Prozent beträgt die thermische Leistung maximal rund 1,1 kW, was die kontinuierliche Wärmeabnahme im Haushalt erleichtert. Um den Heiz- und Warmwasser-Wärmebedarf ganzjährig komfortabel decken zu können, wird zusätzlich ein Gas-Brennwertgerät installiert, sofern es nicht im Brennstoffzellengerät integriert ist. Ein weiteres Markthemmnis sind vor allem die hohen Anschaffungskosten für ein komplettes Brennstoffzellen-Heizsystem: In der IWO-Modellrechnung schlagen sie mit rund 34.000 Euro zu Buche, wobei es jedoch eine großzügige staatliche Investitionsförderung gibt (im Beispielfall 9.300 Euro). Förderfähig sind Brennstoffzellensysteme mit einer Leistung zwischen 0,25 kW_{el} und 5 kW_{el} in Wohngebäuden, wenn die Anlage in die Wärme- und Stromversorgung eingebunden ist.

Insgesamt ist das Öl-PV-Hybridssystem nicht nur kostengünstiger, sondern auch flexibler nutz- und installierbar sowie zukunftssicherer. So verfügt etwa eine 6,2-kWp-Photovoltaikanlage im Standard-Eigenheim in der Regel über genügend Leistungsreserven, um eine Ladestation für ein Elektroauto komfortabel zu betreiben.

Fazit

Durch den hybriden Aufbau der Öl-PV-Heizung lässt sich der selbst erzeugte Solarstrom ökonomisch vorteilhaft vorrangig zur Verringerung des Strombezugs aus dem Netz einsetzen. Hybridheizungen, die erneuerbaren Strom oder Heizöl als Wärmequelle nutzen, können ihre Stromnachfrage optimal und flexibel an die jeweiligen Verhältnisse beim Stromangebot anpassen – automatisch und ohne jegliche Komforteinschränkungen bei den Hausbesitzern.

Anders als etwa reine Elektroheizsysteme, wie monovalente Wärmepumpen oder Nachtstromspeicherheizungen, benötigen sie keine zusätzlichen Reservekraftwerkskapazitäten, die mit entsprechendem Kostenaufwand bereitgehalten werden müssten. Und: Künftig gewinnt der Einsatz treibhausgasreduzierter flüssiger Energieträger, die das fossile Heizöl zunehmend ersetzen, immer mehr an Bedeutung. ■

* Bei dem IWO-Systemvergleich handelt es sich um eine ganzheitliche Betrachtung des Strom- und Wärmebedarfs eines Wohngebäudes. Die energetische Bewertung des Heizwärmebedarfs des Gebäudes erfolgt in Anlehnung an die DIN V 4108-6, die energetische Bewertung der Anlagentechnik in Anlehnung an die DIN V 4701-10. In diesem Systemvergleich werden sowohl selbst genutzte als auch eingespeiste Solarstrommengen berücksichtigt und sowohl der Haushalts-Stromverbrauch als auch der Heizsystem-Stromverbrauch einbezogen. Die Gutschrift für ins öffentliche Stromnetz eingespeisten Solarstrom wird mit den gleichen Faktoren für Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen berechnet wie der externe Strombezug.

Wärme und Strom: Modernisierungsvarianten im Vergleich

Wärmeversorgung	Alter Öl-Heizkessel Baujahr vor 1986	Modernisierung mit Öl-Brennwertgerät	Umstellung auf Gas-Brennstoffzelle	Modernisierung mit Öl-Brennwertgerät und Warmwasserspeicher mit Wärmepumpe	Umstellung auf monovalente Strom-Wärmepumpe (Luft-Wasser)
Stromversorgung	Stromnetz			Stromnetz + eigene PV-Anlage	Stromnetz
Einmalige Investition <small>(inkl. MwSt. und Montage)</small>	–	11.400 Euro	34.350 Euro	23.850 Euro	24.850 Euro
Externer Energiebezug für Wärme und Strom <small>- Heizöl/Erdgas - Haushalts- und Heizungsstrom</small>	3.500 Liter Heizöl/Jahr	2.450 Liter Heizöl/Jahr	32.700 kWh (Hs) Erdgas/Jahr	2.150 Liter Heizöl/Jahr	–
	4.300 kWh Strom/Jahr	4.100 kWh Strom/Jahr	1.650 kWh Strom/Jahr	2.400 kWh Strom/Jahr	13.350 kWh Strom/Jahr
Laufende Kosten für Wärme und Strom <small>(Verbrauch u. Betrieb inkl. MwSt.)</small>	3.700 Euro/Jahr	3.000 Euro/Jahr	2.800 Euro/Jahr	1.900 Euro/Jahr	3.400 Euro/Jahr
THG-Emission	13.302 kg/Jahr	9.881 kg/Jahr	6.230 kg/Jahr	6.244 kg/Jahr	7.335 kg/Jahr
THG-Minderung		26%	53%	53%	45%

Berechnungsgrundlage:
Einfamilienhaus mit 150 qm, Erdgeschoss und Dachgeschoss beheizt, rechteckiger Grundriss und Satteldach. Die genaue Höhe der Investition ist abhängig vom Umfang der Maßnahmen und der individuellen Situation. Mögl. Fördermittel sind noch nicht berücksichtigt. Ein entsprechendes Angebot erstellt der Fachbetrieb.

Quelle: IWO-Berechnungen zum Vergleich von Heizungssystemen im Modernisierungsfall, alle Angaben inkl. MwSt.; Stand: 30. April 2019
Energiepreise als Durchschnitt für 2016-2018 aus unterschiedlichen Quellen (u.a. Brennstoffspiegel, IWO)



Schlüsseltechnologie made in Germany

Branchen-Allianz schlägt Markteinführungsprogramm für PtX-Technologien vor.

Die Power to X Allianz, ein branchenübergreifendes Aktionsbündnis von Unternehmen und Verbänden aus Energiewirtschaft, Luftfahrt und Automobilindustrie, hat einen Vorschlag für ein Markteinführungsprogramm von Power-to-X-Technologien in Deutschland erstellt. Er sieht einen auf fünf Jahre befristeten Innovationsbonus für PtX-Anlagen vor. Die Höhe des Bonus richtet sich nach den vermiedenen CO₂-Emissionen. Dazu sollen jährlich Ausschreibungen erfolgen. Sie sollen den Wettbewerb erhöhen und damit die

Kosten senken. Diverse Gutachten und Studien belegen, dass auch PtX-Technologien gebraucht werden, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Aus Sicht der Power to X Allianz hat die Technologie das Potenzial, die Kosten der Energiewende zu begrenzen und wichtige Impulse für Wirtschaftswachstum und stabile Beschäftigung zu geben.

Deutsche Unternehmen seien führend bei Schlüsseltechnologien wie der Wasserstoffelektrolyse, den Methanisierungs- und Verflüssigungstechnologien. Damit dieser Entwicklungsvorsprung in Wirtschafts-

wachstum und einen Beitrag zum Klimaschutz verwandelt werden könne, müsse der Markthochlauf von Power-to-X umgehend gestartet werden, so die Allianz. Die Allianzpartner beabsichtigen, Power-to-Gas- und Power-to-Liquid-Anlagen zu betreiben oder PtX-Produkte wie erneuerbaren Wasserstoff, synthetisches Methan und synthetische Kraft- und Brennstoffe zu nutzen. Ein Markteinführungsprogramm sei sinnvoll, um den erforderlichen Markthochlauf der Technologien zu beschleunigen. »

Die Kernpunkte des Markteinführungsprogramms

Die Power to X Allianz schlägt eine Programmlaufzeit von 2021 bis 2025 vor. Das maximale Ausschreibungs- bzw. Förder-volumen soll mit 5 Gigawatt (GW) installierter elektrischer Gesamtkapazität der PtX-Anlagen, die an dem Markteinführungsprogramm teilnehmen, festgelegt werden. Pro Jahr soll 1 GW elektrische Gesamtkapazität ausgeschrieben werden und hälftig auf flüssige und gasförmige Produkte verteilt werden. Ausgeschrieben wird eine Förderung in Euro je Tonne CO₂-Vermeidung.

Diese Vermeidung errechnet sich aus dem Energieinhalt des Endprodukts der Power-to-X-Anlage in Kilowattstunden multipliziert mit dem Emissionsfaktor der fossilen Energie, die dadurch verdrängt wird (g CO₂/kWh). Diese sind Erdgas, Diesel, Benzin, Kerosin, Heizöl und Wasserstoff auf Basis von fossilem Erdgas.

Beispiel: Für eine 10-MW-PtL-Anlage, die fossile Kraftstoffe im Verkehrssektor oder Heizöl im Gebäudesektor ersetzt, ergibt sich bei der Annahme eines Wirkungsgrades von 55 Prozent eine jährliche CO₂-Einsparung von rund 7 Tonnen.

Zur Berechnung wurde das arithmetische Mittel der CO₂-Emissionen dieser Energieträger (304 g CO₂/kWh) verwendet. Verdrängte fossile Energiemenge: 4.380 Volllaststunden x 10 MW x 55% = 24.090 MWh. Verdrängte Emissionen: 24.090.000 kWh x 304 g CO₂/kWh = 7.323,4 t CO₂. Der CO₂-basierte Innovationsbonus wird in Form von Anrechnungszertifikaten ausgestellt. Jedem Zertifikat wird ein finanzieller Gegenwert zugewiesen, der durch die KfW-Bank an die Anlagenbetreiber ausgezahlt werden soll. Die einzelnen Ausschreibungen sollen nach dem sogenannten Pay-as-bid-Verfahren durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass im Falle des Zuschlags jeder Bieter einen Innovationsbonus je vermiedener Tonne CO₂ exakt im Wert seines zuvor verdeckt abgegebenen Gebots erhält.

Kriterien für die Teilnahme

Für die Teilnahme an dem Markteinführungsprogramm sollen klare Kriterien gelten: So müssen die Betreiber der Power-to-X-Anlagen nachweisen, dass der Strom, den sie für die Wasserstoffelektrolyse nutzen, ausschließlich aus erneuerbaren Energien stammt.

Dies ist durch Vorlage entsprechender Stromlieferverträge mit den Betreibern von Anlagen, die grünen Strom erzeugen, nachzuweisen. Der durch die PtX-Anlagen erzeugte Wasserstoff sowie die aus diesem gewonnenen Produkte wie erneuerbares Methan, treibhausgasneutrale flüssige Energieträger oder Basischemikalien müssen CO₂-Emissionen vermeiden beziehungsweise durch Substitution fossiler Energieträger den THG-Ausstoß verringern.

Zudem muss der Betrieb der Anlagen zur Integration der erneuerbaren Energien in das Energiesystem (Netzstabilisierung...) beitragen. ■

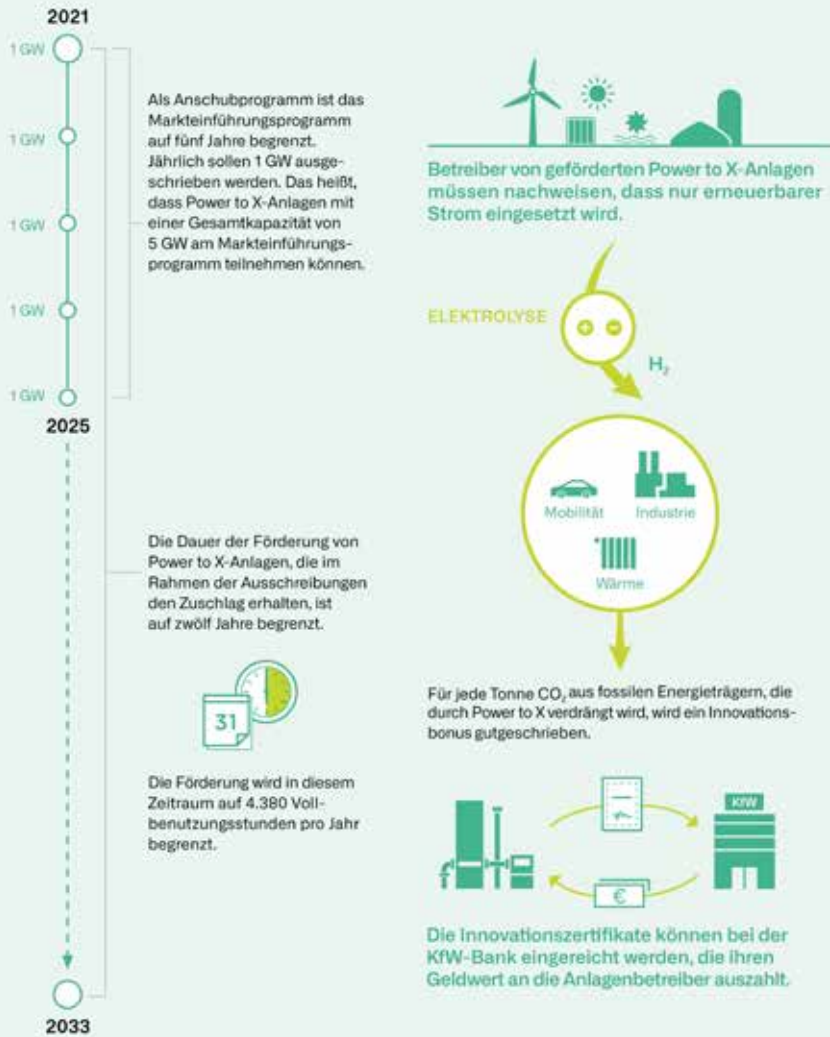


Unter Federführung der AUDI AG wurde im niedersächsischen Verthe die weltweit erste Power-to-Gas-Anlage in industriellem Maßstab zur Erzeugung von synthetischem Erdgas errichtet.

Die Power to X Allianz

Das Markteinführungsprogramm wird unterstützt von: aireg - Aviation Initiative for Renewable Energy, Audi AG, BP Europa SE, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, GP JOULE GmbH, Institut für Wärme und Oeltechnik, Mineralölwirtschaftsverband MWV, ONTRAS Gastransport GmbH, Thüga AG, Energienetze Bayern GmbH, erdgas schwaben GmbH und inetz GmbH, Uniper SE, UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen, Verband der Automobilindustrie VDA.

Das Markteinführungsprogramm ermöglicht effektiv und kosteneffizient den Markthochlauf von Power to X-Technologien



Gleichstellung von Power-to-X mit anderen Klimaschutztechnologien

Das Markteinführungsprogramm kann aus Sicht der PtX-Allianz seine Wirkung allerdings nur entfalten, wenn der regulatorische Rahmen für PtX-Technologien weiterentwickelt wird. So sollte die CO₂-Minderung durch Power-to-X in bestehenden Regelungen berücksichtigt werden.

Dazu zählen:

- die THG-Minderungsquote für erneuerbare Kraftstoffe
- die energetische Quotenverpflichtung bei Treibstoffen
- die Anrechnung auf die Flottenemissionen von Pkw, leichten Nutzfahrzeugen und Lkw
- die Anerkennung von erneuerbarem Gas und erneuerbaren flüssigen Energieträgern im künftigen Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Eine Doppelanrechnung der CO₂-Vermeidung für alle Anwendungsbereiche muss dabei ausgeschlossen sein, betont die PtX-Allianz. „Die Herausforderungen der Energiewende sind so groß, dass wir es uns schlichtweg nicht leisten können auf vielversprechende Technologien wie Power-to-X zu verzichten“, erklärt Prof. Dr.-Ing. Christian Küchen, Hauptgeschäftsführer des Mineralölwirtschaftsverbands e.V. und einer der Sprecher der Power to X Allianz. Auch die Nationale Plattform Zukunft der Mobilität sei zu dem Ergebnis gekommen, dass treibhausgasarme Kraftstoffe auch schon kurzfristig benötigt würden, um die Klimaziele im Verkehrssektor bis 2030 zu erreichen. „Das zeigt: Wir müssen jetzt handeln“, so Küchen. Jetzt ist die Bundesregierung am Zug, die Vorschläge für die Markteinführung zu bewerten und zügig umzusetzen.

Power-to-X

Zu den PtX-Technologien zählt die Power to X-Allianz Power-to-Gas, Power-to-Liquid und Power-to-Chemicals. Power-to-Gas (PtG) ist die Herstellung von grünem Wasserstoff aus Ökostrom durch Elektrolyse sowie die Umwandlung des Wasserstoffs in Methan. Power-to-Liquid (PtL) wird als die synthetische Herstellung von flüssigen Kraft- und Brennstoffen auf Basis von erneuerbaren Energien in geschlossenen Kohlenstoffkreisläufen bezeichnet. Für die Synthese kann unter anderem die Fischer-Tropsch-Synthese eingesetzt werden. Ausgangsstoffe für das Verfahren sind Wasser, Kohlenstoffdioxid und elektrische Energie. Unter Power-to-Chemicals (PtChem) wird die synthetische Herstellung von treibhausgasneutralen Grundstoffen für die chemische Industrie verstanden.

EU-Projekt TO-SYN-FUEL:

Wie aus Klärschlamm Benzin und Diesel wird

Im oberpfälzischen Hohenburg entsteht eine neue, große Demonstrationsanlage, die aus Abfallbiomasse CO₂-neutralen Kraftstoff macht. Das Verfahren: thermo-katalytisches Reforming.

Klärschlamm fällt in den Kläranlagen der Städte und Gemeinden an. In Deutschland sind das im Jahr rund zwei Millionen Tonnen. Bisher konnte Klärschlamm im getrockneten Zustand verbrannt oder auf Felder als Dünger aufgebracht werden. Das ist künftig nur noch sehr begrenzt möglich, weil die Schlämme gelegentlich Schwermetalle und immer häufiger auch Arzneimittelrückstände enthalten können. Die neue Klärschlammverordnung vom Herbst 2017 und das absehbare Wegfallen von Verbrennungskapazitäten im Bereich der Kohlekraftwerke setzt viele Kommunen unter Druck, neue Lösungen zu finden. Neben der Verbrennung in Heizkraftwerken stellt die Verwertung zu klimaschonendem Biokraftstoff eine interessante Option dar. Denn Forscher arbeiten bereits sehr erfolgreich an einer Technologie zur stofflichen und energetischen Nutzung von biogenen Reststoffen wie Klärschlamm: dem thermo-katalytischen Reforming (TCR[®]). Mit dem Verfahren können unterschiedliche Arten von Restbiomasse in wasserstoffreiches Synthesegas, Biokohle und Bio-Rohöl umgewandelt werden. Das Öl lässt sich anschließend zu hochwertigen

Kraftstoffen weiterverarbeiten. Das mehrstufige Verfahren kann vielfältige Biomassen und Reststoffe ab einem Trockengehalt von 70 Prozent effizient verarbeiten. Dazu zählen neben Klärschlamm auch Gärreste aus Biogasanlagen, Holzreste, Landschaftspflegematerial, Schlämme aus dem Papierrecycling sowie Bioabfallfraktionen, Stroh und andere landwirtschaftliche Reststoffe (siehe Infokasten). Synthetische beziehungsweise biogene Kraftstoffe, die auf Abfallbiomasse basieren, haben den Vorteil, dass ihre Produktion nicht mit der Nahrungsmittelproduktion konkurriert.

Aktuell nutzen mehrere Versuchsanlagen unterschiedlicher Größe das TCR[®]-Verfahren: In Chile, der Schweiz und Italien sind es Anlagen mit einer Verarbeitungskapazität von zwei Kilogramm Klärschlamm je Stunde. Bereits 30 Kilogramm pro Stunde werden in Birmingham, in Sulzbach-Rosenberg und zukünftig in Edmonton verwertet. Im oberpfälzischen Sulzbach-Rosenberg wird von der Susteen Technologies GmbH, einer Ausgründung des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, überdies eine deutlich

größere Anlage für einen Kunden realisiert; sie kann pro Stunde 300 Kilogramm getrockneten Klärschlamm verwerten. Alle Versuchsanlagen arbeiten nach dem gleichen mehrstufigen thermischen Prozess. Die Entwicklungen zum TCR[®]-Verfahren finden bei Fraunhofer UMSICHT unter der Leitung von Prof. Dr. Andreas Hornung statt.

Das Verfahren ist inzwischen so weit erforscht und fortentwickelt, dass sich der Schritt zu noch größerer Kapazität anbietet. In Hohenburg (Landkreis Amberg-Weizsach) entsteht derzeit eine Anlage mit einer Kapazität von 500 Kilogramm Klärschlamm pro Stunde. Sie soll bis 2020 fertiggestellt sein. Damit wird eine erste Produktion, die dem industriellen Maßstab sehr nahe kommt, möglich sein. Pro Stunde soll die Anlage 50 Liter hochwertiges Pyrolyseöl erzeugen. Die Demonstrationsanlage wird im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojekts TO-SYN-FUEL errichtet und betrieben. „Die im TO-SYN-FUEL-Projekt eingesetzte Technologie zur thermochemischen Konversion von Biomassen wird mit Abschluss dieses Projektes technisch ausgereift und bereit für die Anwendung im Markt sein“, so Andreas Hornung.

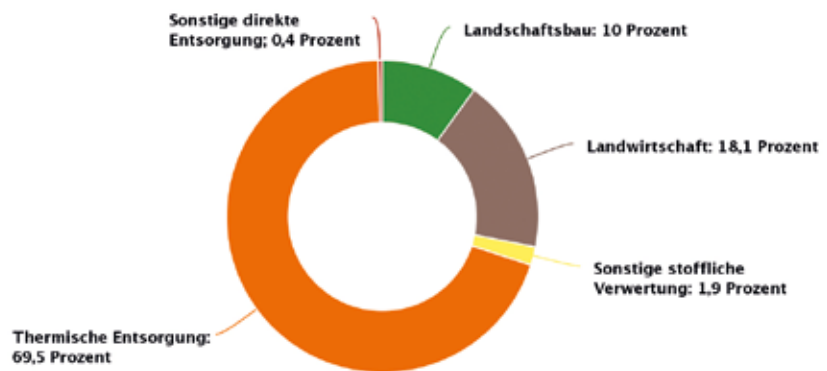


Entsorgung und Verwertung von Klärschlamm

TCR®-Produkte sind hochwertig und klimaneutral

Aus dem TCR®-Prozess entstehen im Wesentlichen stets drei Produkte: Zum Ersten ist dies Synthesegas, ein staubfreies Produktgas mit einem sehr hohen Wasserstoffgehalt, der bis zu 50 Prozent betragen kann. Zum Zweiten ist es Bio-kohle mit hohem Kohlenstoffanteil, die als Katalysator im TCR®-Prozess selbst genutzt wird und anschließend beispielsweise als Dünger dienen kann. Zum Dritten entsteht das Hauptprodukt, ein Pyrolyseöl von erdölähnlicher Konsistenz, das einen hohen Heizwert sowie sehr niedrige Säurewerte aufweist. Es lässt sich entweder in Raffinerien zusammen mit mineralischem Rohöl raffinieren (Co-Processing) oder selbst zu Produkten wie Benzin und Diesel weiterverarbeiten. Die entstehenden Produkte sind klimaneutral, da auch der benötigte Wasserstoff aus dem Klärschlamm über das Synthesegas bereitgestellt wird und die Kohle zudem als CO₂-Äquivalent eingelagert werden

Klärschlammmenge insgesamt rund 1,7 Mio Tonnen, davon:



© BMU, Quelle: Statistisches Bundesamt 2018

kann. Im letztgenannten Fall wird der Kraftstoff sogar CO₂-negativ. Das heißt, dann spart man beim Autofahren CO₂ ein; es wurde der Atmosphäre aktiv über die Pflanzen, die die Nahrung erzeugten, entzogen und als Kohle gespeichert. Die Ausgangsbasis – Klärschlamm – ergibt darüber hinaus Erlöspotenziale, da für dessen Entsorgung Gebühren verlangt werden können. Hinzu kommt, gerade beim Klärschlamm, noch die phosphathaltige Asche, die einen unentbehrlichen Dünger darstellt. Dieser finanzielle Mix

und der hohe energetische Autarkiegrad des Prozesses aufgrund anteilig eingesetzter Biomasse stimmen die Forscher zuversichtlich, dass die Technologie im industriellen Maßstab wirtschaftlich sein wird und der Durchbruch gelingt. Daher wird parallel zu der neuen Anlage, die nur die Vorstufe sein soll für die industrielle Produktion mit zwei bis zehn Tonnen pro Stunde, auch zu Erzeugungs- und Vermarktungskapazitäten geforscht (siehe auch „Nachgefragt bei Prof. Dr. Andreas Hornung“). »



Das beim TCR®-Verfahren entstehende biogene Rohöl (links) sowie das durch Hydrieren erzeugte Mitteldestillat.

Dezentrale Wertschöpfung möglich

Hinzu kommt, dass sich eine dezentrale Erzeugung mit einer zentralen Weiterverarbeitung koppeln lässt. Das thermo-katalytische Reforming wird vor Ort in räumlicher Nähe der Klärschlammanlagen durchgeführt. Die entstehenden Produkte wie Abwärme und Gas können direkt vor Ort genutzt werden. Das wiederum ermöglicht regionale Wertschöpfungen. Von dort wird das Bio-Rohöl dann zentral zur Weiterverarbeitung in eine Raffinerie transportiert.

Geforscht wird außerdem an drei weiteren energetischen Nutzungsmöglichkeiten der TCR®-Produkte. So sollen das Pyrolyseöl und das Synthesegas in einem Blockheizkraftwerk direkt verstromt werden. Zwei Vorhaben zielen auf den hohen Wasserstoffgehalt im Gas ab, der direkt zur Hydrierung des Produktöls zu Benzin und Diesel oder zu Flugkraftstoff (Project flexJET) genutzt werden soll. Die so hergestellten Benzin- und Dieselmotorkraftstoffe sind drop-in-fähig und wurden bereits bei verschiedenen Pkw-Tests ohne Probleme getankt und verfahren.

Interessant sind die Kosten: Fraunhofer UMSICHT hält einen Produktionspreis von 65 Cent je Liter (ohne Steuern) für diesen normgerechten Kraftstoff für realisierbar. Damit läge er nur 15 Cent über dem Produktionspreis von mineralischem Benzin. „Durch den hohen Wasserstoffanteil des Synthesegases ist es erstmals wirtschaftlich möglich, eine Vor-Ort-Hydrierung des Pyrolyseöls durchzuführen und normgerechte Kraftstoffe lokal zu erzeugen“, sagt Andreas Hornung.



Was passiert beim thermo-katalytischen Reforming?

Mit dem mehrstufigen Verfahren des thermo-katalytischen Reformings lassen sich unterschiedliche Arten von Restbiomasse in Synthesegas, Biokohle und flüssiges Bio-Rohöl umwandeln. In einer ersten Stufe wird die Biomasse in einem kontinuierlich arbeitenden Schneckenreaktor unter Sauerstoffabschluss bei mittleren Temperaturen (< 500 °Celsius) schonend zerlegt in Biokohle und flüchtige Bestandteile. Die Bildung von Teer und anderen Schadstoffen wird durch optimierte Prozessbedingungen in den verschiedenen Reaktorzonen vermieden. Zweite Stufe: In einem Post-Reformer werden Biokohle und Dämpfe bei Temperaturen von bis zu 700 °Celsius katalytisch weiter veredelt, um die Gasausbeute und die Produktqualität zu verbessern. Anschließend werden die Dämpfe abgekühlt. Bei der Kondensation werden Bioöl und Prozesswasser getrennt. Das verbleibende Gas wird gereinigt. Die zum Betrieb der Anlage benötigte Wärme wird aus der Restbiomasse erzeugt. Das Gas kann vor Ort in einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung oder zur Synthese von Kraftstoffen dienen. Das Öl lässt sich im Gemisch als lagerfähiger Kraftstoff einsetzen. Die Biokohle kann verbrannt oder zur Bodenverbesserung verwendet werden. Mindestens 85 Prozent der im Einsatzstoff enthaltenen Energie gehen in die Produkte über.



Grafik: Fraunhofer UMSICHT

Nachgefragt bei

Prof. Dr. Andreas Hornung

Leiter Institutsteil Sulzbach-Rosenberg bei Fraunhofer UMSICHT

Welchen technischen Stand hat der derzeit bei Ihnen entwickelte TCR®-Reaktor?

Er gehört zur 4. Generation, die ich im Laufe der letzten 20 Jahre bei Fraunhofer UMSICHT, am Karlsruher Institut für Technologie, an den Universitäten Karlsruhe und Birmingham entwickelt habe. Wir mussten zunächst die Prozesse verstehen. Erst dann konnten wir gezielt Flüssigkeiten sowie Kohle und Gase erzeugen, die zwar immer bei Pyrolyseprozessen entstehen, aber eben nicht in dieser hohen Qualität.

Bis 2007 habe ich nicht geglaubt, dass es mit dieser Technologie möglich ist, direkt Flüssigkeiten herzustellen, die bereits Kraftstoffcharakter haben. Erst in Birmingham haben wir dann erlebt, wie wir mit einer Pyrolyse und der Verwendung der Kohle als Katalysator erdöhlähnliche Flüssigkeiten gewinnen konnten.

Welche Produkte entstehen genau bei diesem Prozess?

Es sind immer Gase, mehr oder weniger wasserstoffreich, Kohle, die man energetisch und katalytisch auch für den Prozess nutzen kann, sowie eine öhlähnliche Flüssigkeit, die man entweder in einem eigenen Prozess selbst in verschiedene Produkte aufspalten oder aber direkt in einer Raffinerie mit mineralischem Rohöl mitraffinieren kann. Das haben wir mit russischem Erdöl übrigens bereits getestet.

Was wird der nächste Schritt sein?

Wir planen und bauen bis 2020 die Demonstrationsanlage in Hohenburg, die 500 Kilogramm pro Stunde schafft. Diese soll vom Design her schon so attraktiv sein, dass aus ihr auch eine industrielle Variante mit zwei bis zehn Tonnen pro Stunde hervorgehen kann. Wir könnten zwar jede Art von Biomasse nutzen, der Fokus liegt jedoch auf mit einer Verwertungsgebühr behafteten Einsatzstoffen, wie Klärschlamm, weil dieser aufseiten der Entsorger ein politisches Thema ist und aufgrund dessen auch eine gewisse Preisstabilität gegeben ist. Verbrannt werden soll er nicht mehr und auch nicht mehr als Dünger auf die Felder aufgebracht werden. Deswegen ist unser Projekt politisch zielführend, zumal wir mit der Asche auch noch das Phosphat als Dünger aus dem Klärschlamm rausbekommen. Wir wollen mit der Anlage Substitut-Kraftstoffe erzeugen, die am Markt sofort einsetzbar sind, mit gleicher Eigenschaft und Zusammensetzung wie bei den Fossilien. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, dass die Ausgangsstoffe ausschließlich Abfallbiomasse sind und deshalb nicht mit landwirtschaftlicher Nutzfläche für die Nahrungsmittelproduktion konkurrieren.

Welches Potenzial sehen Sie für die TCR®-Technologie?

Da der Reaktor nicht sehr teuer ist, können wir uns 1.500 dezentrale Anlagen vorstellen, die

aus dem Klärschlamm der circa 10.000 Klär- und Biogasanlagen Deutschlands ein Rohöl herstellen. Das wird mittels Tanklastwagen zu vier bis fünf Raffinerien transportiert. Gleichzeitig könnte das Gas, das vor Ort mit einem hohen Wasserstoffgehalt entsteht, gereinigt und in lokalen Wasserstofftankstellen angeboten werden.

Welche Mengen ließen sich in Deutschland mittels thermo-katalytischem Reforming erzeugen?

Angenommen, die knapp zwei Millionen Tonnen Klärschlamm, die jährlich in Deutschland anfallen, würden durch TCR® umgewandelt, so könnten daraus theoretisch 200 Millionen Liter biogenes Rohöl erzeugt werden. In ganz Europa sind es gut zwölf Millionen Tonnen Klärschlamm, aus denen sich dann also rund 1,2 Milliarden Liter Rohöl herstellen ließen. Zudem würden beträchtliche Mengen der wertvollen Koppelprodukte Synthesegas und Biokohle gewonnen.



Das Projekt TO-SYN-FUEL

Thermo-katalytisches Reforming als Verfahren wird im Rahmen des EU-Projekts TO-SYN-FUEL beim Fraunhofer Institut UMSICHT am Standort Sulzbach-Rosenberg erforscht. Wirtschaftliche Projektpartner sind: Engie (Niederlande), Eni (Italien) sowie Susteen Technologies (Deutschland), Eta-Florence (Italien), Leitao (Spanien), GrantCraft (UK), VTS (Deutschland) und Hygear (Niederlande). Wissenschaftlich kooperiert Fraunhofer UMSICHT mit den Universitäten von Bologna und Birmingham.

Weitere Infos: www.tosynfuel.eu



Synthetische Kraftstoffe im Fokus

Die Forschungsinitiative „Energiewende im Verkehr“

Im Kontext der Klimaschutzdebatte fokussiert sich die Diskussion über den Verbrennungsmotor vornehmlich auf dessen Ende. Dabei sind weder die technischen noch die infrastrukturellen Voraussetzungen für eine flächendeckende Elektrifizierung des Personen- und Schwerlastverkehrs zu Luft, zu Wasser und auf der Straße zu vertretbaren Umweltbedingungen geschaffen. Ganz zu schweigen von der dafür nötigen Akzeptanz der E-Mobilität in der Bevölkerung. Eine Reihe wissenschaftlicher Studien haben deutlich gemacht, dass neben dem Batterieantrieb auch alternative treibhausgasneutrale flüssige Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren unverzichtbar sind, damit die Verkehrswende gelingt. Das hat auch die Bundesregierung (an)erkannt und ist dabei, die vielfältigen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten finanziell zu fördern und zugleich zu bündeln.

Die Kopplung der Sektoren Strom und Verkehr voranzutreiben und eine deutliche Senkung von Treibhausgasemissionen zu ermöglichen, sind die übergeordneten Ziele der Forschungsinitiative „Energiewende im Verkehr: Sektorkopplung durch Nutzung strombasierter Kraftstoffe“, heißt es auf der Internetseite des federführenden Bundes-

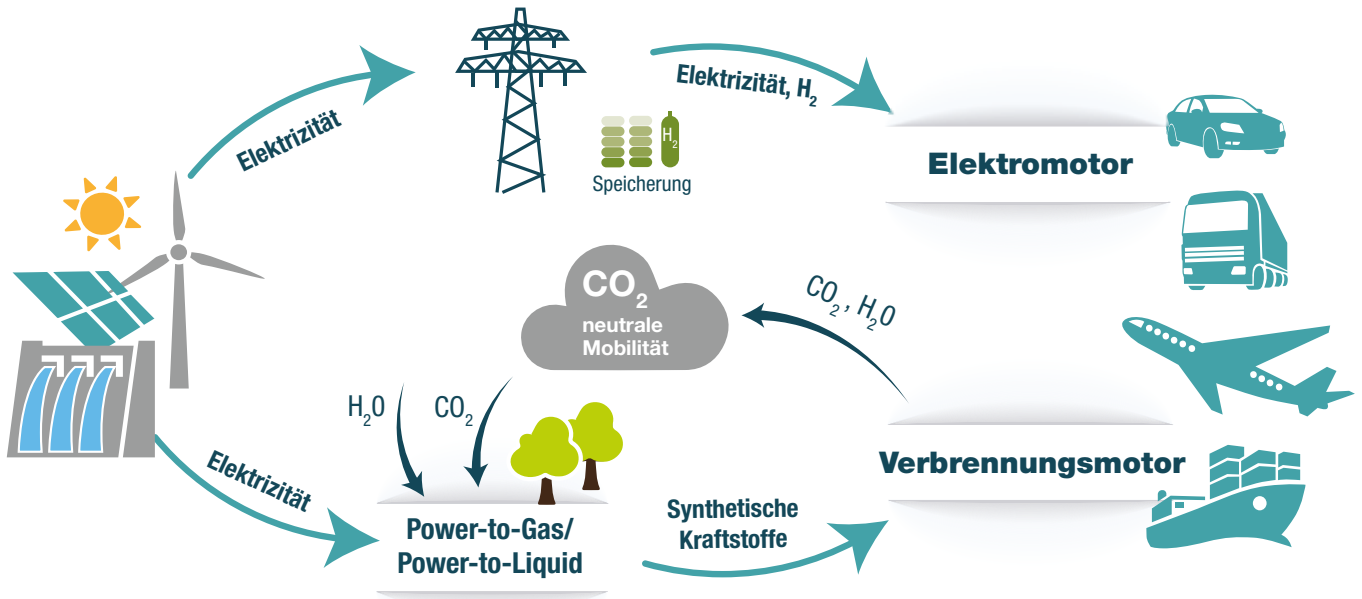
wirtschaftsministeriums (BMWi). Mit der Initiative fördert das BMWi Forschung, Entwicklung und Demonstration innovativer Technologien und Konzepte für synthetische Kraftstoffe. Der Verbrennungsmotor könne auf Basis alternativer, gasförmiger oder flüssiger Kraftstoffe die Dekarbonisierung des Verkehrssektors vorantreiben. Besonders für Anwendungen mit großem Transportvolumen oder für große Entfernungen, etwa in der Schifffahrt oder im Schwerlastverkehr, gelten strombasierte Kraftstoffe aus erneuerbaren Energiequellen als eine vielversprechende Option. Für den Flugverkehr zeichnet sich auf absehbarer Zeit keine Alternative zum flüssigen Kraftstoff ab.

Roadmap für Produktion und Markteinführung

Rund 87 Millionen Euro Fördermittel sieht die Forschungsinitiative bis Ende 2021 vor. Die geförderten Projekte konzentrieren sich auf Kraftstoffe, die auf Basis von Strom aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt werden. Innerhalb der Initiative „Energiewende im Verkehr“ koordiniert das Deut-

sche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) die Begleitforschung „BEniVer“. Sie dient als zentrales Dach von 15 technischen Verbänden, die sich im Rahmen der Forschung zu Energiespeichern mit dem Thema „Power-to-Fuel“ beschäftigen. Die Begleitforschung soll koordinieren, Synergien erschließen und die Forschungsergebnisse der Projekte zusammenführen. Zum Abschluss ist für 2022 eine Roadmap vorgesehen, die auf Basis der Forschungsergebnisse Handlungsempfehlungen für die Entwicklung, Produktion und Markteinführung von nachhaltigen Kraftstoffen geben soll (siehe dazu Interview mit Prof. Dr. Manfred Aigner vom DLR). Seit Mitte 2018 sind eine Reihe der Verbundprojekte im Rahmen der Förderinitiative gestartet. Dabei handelt es sich um Kooperationen zwischen Industrie und Forschung. Sie befassen sich mit der Herstellung oder Nutzung innovativer, strombasierter Kraftstoffe wie Methanol, Ethanol, Kerosin und Diesel oder synthetisch hergestelltes Erdgas. Einige der alternativen Kraftstoffe können direkt dem Kraftstoff in heutigen Autos, Lkw, Flugzeugen oder Schiffen beigemischt werden, andere erfordern eine Anpassung der Motortechnologie.

Optionen CO₂-neutraler Mobilität



Zu den Verbundprojekten zählen unter anderem:

E2Fuels – synthetischer Dieselerersatz

Ziel ist die Herstellung und Erprobung von emissionsarmen Dieselsubstituten auf Basis von grünem Strom. Im Fokus stehen die Herstellung von Wasserstoff, Erdgas/Methanol und Oxymethylenether (OME) zur Nutzung in Pkw, Lkw und Schiff – und auch in stationären Großmotoren.

KEROSyN100 – Dekarbonisierung des Flugverkehrs

Ziel ist die Produktion von grünem Kerosin. Dazu soll eine erste Power-to-Jet-Fuel-Anlage in kommerziellem Maßstab und hoher Systemdienlichkeit realisiert werden. Die Anlage soll ansonsten abgeregelten Strom aus Windkraft verwerten.

MENA-Fuels – synthetische Kraftstoffe aus Middle East und North Africa

Welche Rolle könnte die MENA-Region (Middle East/North Africa) für die Versorgung Deutschlands (und der EU) mit synthetischen Kraftstoffen oder deren Vorprodukten spielen? Wie könnte der Kraftstoffbedarf gedeckt werden, welche Anteile könnten aus heimischen Quellen und welche aus der MENA-Region importiert werden?

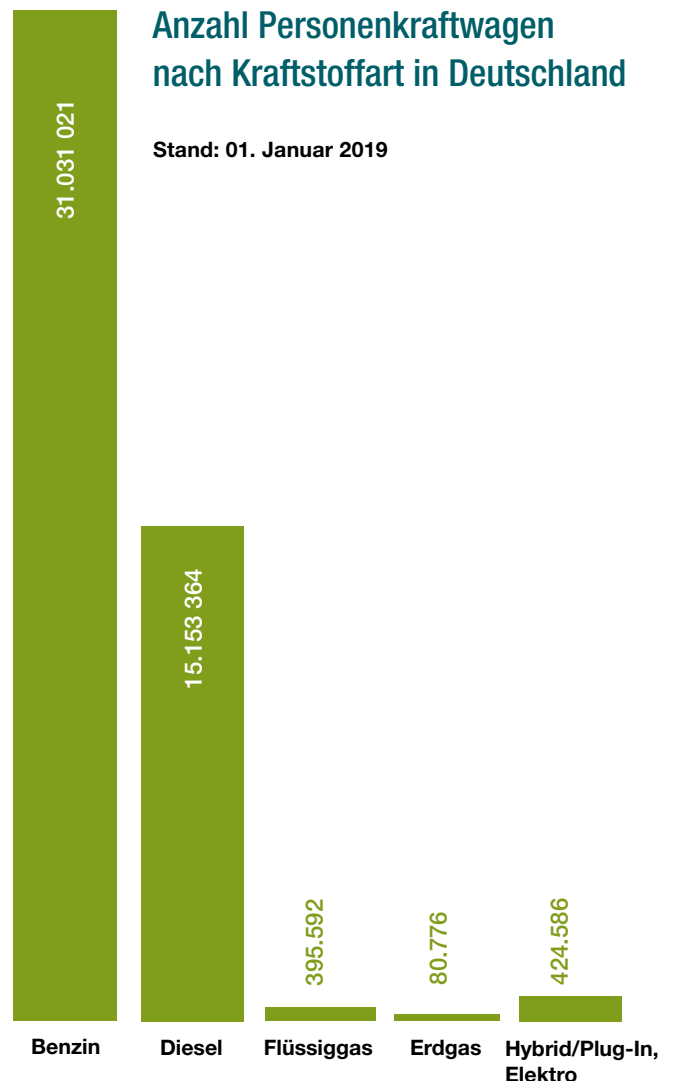
ISystem4EFuel – für die Mobilitätswende in der Schifffahrt

Das Projekt zielt darauf, regenerativ gewonnene Kraftstoffe effektiv auf Schiffen und in stationären Anlagen einsetzen zu können. Ein flexibles Motorkonzept soll auf unterschiedliche Kraftstoffe sowie Zumischungen reagieren und so örtlich und zeitlich variierende Verfügbarkeiten berücksichtigen.

Weitere Infos: www.energieforschung.de/forschung-und-innovation

Anzahl Personenkraftwagen nach Kraftstoffart in Deutschland

Stand: 01. Januar 2019



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (2019)

Interview mit Prof. Dr.-Ing. Manfred Aigner

Synthetische Kraftstoffe werden einen Beitrag für die Mobilität der Zukunft leisten

Manfred Aigner ist Leiter des Instituts für Verbrennungstechnik beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums ist er zudem für das Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung Energiewende im Verkehr“ (BENiVer) verantwortlich. Die Begleitforschung ist Teil der Forschungsinitiative „Energiewende im Verkehr“ und soll als Dach der zahlreichen F&E-Projekte im Bereich synthetische Kraftstoffe dienen.

Herr Professor Aigner, das Projekt „Begleitforschung Energiewende im Verkehr“ soll unter anderem einen Gesamtüberblick zur F&E im Feld synthetische Kraftstoffe verschaffen. Liegt der Fokus dabei ausschließlich auf Power-to-Liquid-Projekten, also den strombasierten synthetischen Kraftstoffen? Oder sind auch Projekte für den Pfad Biomass-to-Liquid Teil der Betrachtung?

In der Initiative „Energiewende im Verkehr“ (EiV) werden sowohl strombasierte als auch Biokraftstoffe in vielfältiger Form untersucht. Darüber hinaus werden solarthermische Herstellungspfade und auch gasförmige Kraftstoffe behandelt.

Sie betrachten synthetische Kraftstoffe als notwendigen Baustein der Verkehrswende. Warum kann die Elektromobilität nicht die alleinige Lösung für das Erreichen der Klimaschutzziele im Verkehrssektor sein?

Die völkerrechtlich verbindlichen Pariser Vereinbarungen erfordern eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 40 Prozent bis 2030 in allen Sektoren. Die Erreichung dieser Kli-

maziele wird nur möglich sein, wenn alle Beiträge mit relevanten Potenzialen genutzt werden. Im Verkehr werden die zwei wichtigsten Beiträge durch die synthetischen, nachhaltigen Kraftstoffe und die Elektromobilität dargestellt. Selbst unter optimistischen Randbedingungen werden bis 2030 maximal acht bis zehn Millionen rein elektrische Fahrzeuge im Verkehr sein und damit maximal 20 Prozent aller Fahrzeuge ausmachen. Diese werden weniger als Hälfte der notwendigen CO₂-Einsparung erreichen. Der größere Teil muss überwiegend von klimaneutralen Kraftstoffen beigestrungen werden. Zudem werden weitere, wenn auch kleinere Beiträge aus zusätzlichen Maßnahmen wie der Erhöhung der Effizienz im Fahrzeug und der Anteile des öffentlichen Verkehrs und der Schiene erforderlich sein.

Wären die CO₂-Flottengrenzwerte der EU für Pkw und Lkw für 2025 und 2030 auch mit synthetischen Kraftstoffen erreichbar?

Ja! Das ist sogar ein sehr geeigneter Weg. Allerdings werden dafür bis 2030 im Wesentlichen nur Biokraftstoffe zur Verfügung stehen. Der Hochlauf von strombasierten Kraft-

stoffen muss zwar unbedingt heute bereits vorwärts getrieben werden, sie werden aber erst ab 2030 entscheidende Mengen beisteuern können. Darüber hinaus müssen die Investitionen getätigt werden, um die entsprechenden Anlagen zur Herstellung aufzubauen. Damit das geschieht, muss der Staat die passenden Rahmenbedingungen schaffen. Und schließlich müssen die Autofahrer die synthetischen Kraftstoffe auch kaufen.

Spricht der hohe Energieaufwand für die Herstellung strombasierter synthetischer Kraftstoffe nicht für eine Fokussierung auf den Elektroantrieb?

Das ist sicherlich ein Argument zugunsten der Elektroantriebe, aber erstens muss man zur Bewertung die gesamte Prozesskette betrachten, also auch den Wirkungsgrad bei der Bereitstellung des Stroms und der Herstellung der Batterien sowie den Strommix, also wie viel erneuerbaren Anteil wir dann tatsächlich erreicht haben. Und zweitens nützt einem der bessere Wirkungsgrad nichts, wenn nicht genügend Menge zur Verfügung steht.

Werden wir genügend grünen Strom für eine industrielle Power-to-Liquid-Produktion zur Verfügung haben, wenn auch die Sektoren Gebäude und Industrie wie geplant weitgehend elektrifiziert werden?

Das ist eine spannende Frage. Wir sollten aber diese Frage etwas verallgemeinern. Deutschland mit seiner derzeitigen Bevölkerungsdichte und seinem Wohlstand muss heute den Großteil seiner Primärenergie importieren und das müssen wir auch morgen tun. Die Frage ist nur, in welcher Form. Heute sind das Erdöl und Erdgas, werden es morgen Strom oder andere chemische Energieträger wie Biokraftstoffe und PtL sein? Ich glaube, dass es zu einem großen Anteil nachhaltige gasförmige und flüssige Kraftstoffe sein werden. Die Produktion dieser Kraftstoffe im Sonnengürtel der Erde wird aber halb so teuer wie in Deutschland sein und das ist unabhängig davon, ob sie biomasse- oder strom- oder direkt sonnebasiert sind.

Im Gebäudesektor liegt der Schlüssel für mehr Klimaschutz in der Bestandssanierung. Welche Bedeutung hat die Bestandsflotte (Pkw und Lkw) für die Treibhausgas-minderung im Sektor Verkehr?

Die Bestandsflotte ist selbstverständlich sehr wichtig, weil es durchaus mindestens zehn Jahre dauern wird, bis sie größtenteils durch neue Fahrzeuge ersetzt ist. Trotz fortschreitender Elektrifizierung werden auch nach 2030 die Verbrenner einen großen Anteil im Fahrzeugbestand ausmachen. Bei der Nutzung von synthetischen Kraftstoffen spielt dies allerdings keine Rolle, weil sie ohne Probleme auch in diesen Fahrzeugen genutzt werden können.

Es heißt, in Sachen XtL-Technologien hat Deutschland das Potenzial zur Technologieführerschaft. Ist die Politik in Deutschland zu zögerlich, wenn es darum geht, Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Markteinführung alternativer Kraftstoffe zu schaffen? Oder ist es noch zu früh für industriepolitische Grundsatzentscheide?

Derzeit hat die Bundesregierung eine Reihe von umfangreichen Initiativen für die

Entwicklung, Qualifizierung, Erprobung und Herstellung von alternativen, nachhaltigen Kraftstoffen gestartet. Beispiele hierfür sind die „Energiewende im Verkehr“ des Wirtschaftsministeriums, „Kopernikus“-Projekte des Ministeriums für Forschung und Bildung und die Nationale Plattform „Zukunft der Mobilität“ des Verkehrsministeriums sowie weitere Aktionen anderer Ministerien. Das bedeutet, dass die Politik derzeit sehr aktiv ist, insbesondere um die Technologieführerschaft für Deutschland zu ermöglichen. Bezüglich der Rahmenbedingungen für die Markteinführung besteht jedoch tatsächlich noch ein erheblicher und auch dringlicher Handlungsbedarf. Nur wenn die Rahmenbedingungen bekannt sind, können Geschäftsmodelle entwickelt werden. Und nur dann werden die immensen Investitionen von der Industrie getätigt, welche für die Bereitstellung einer ausreichenden Menge von alternativem Kraftstoff benötigt werden.

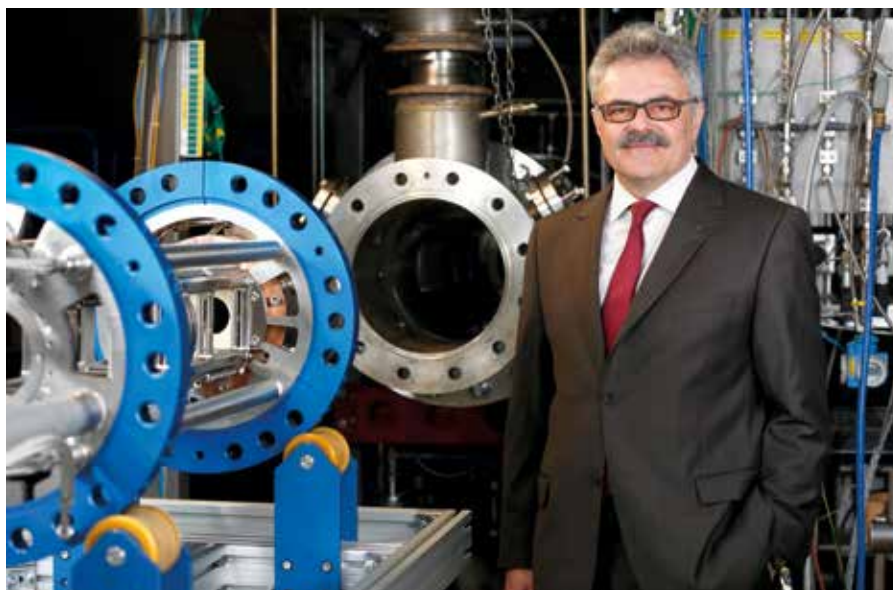
Was sollte die Bundesregierung konkret für die Markteinführung von eFuels tun? Welche Signale brauchen investitionsbereite Unternehmen?

Welche die wirksamsten Maßnahmen für die Beschleunigung des Markthochlaufs sind, werden wir unter anderem im Rah-

men der Begleitforschung untersuchen. Ich möchte dem Ergebnis nicht vorgreifen. Allerdings ist es wichtig, dass die Investoren dann auf langfristig verlässliche Rahmenbedingungen bauen können.

Nach der von der EU beschlossenen CO₂-Flottenregulierung für 2025 und 2030 werden strombasierte Kraftstoffe, also die eFuels, nicht anrechenbar sein. Kritiker sehen in den Beschlüssen eine Quote für den Elektroantrieb. Hat die EU damit nicht eine große Chance verpasst, auch den Markthochlauf bei diesen alternativen Kraftstoffen zu befördern?

Doch, ohne Zweifel hätte die EU damit etwas für die Markteinführung von alternativen Kraftstoffen tun können und müssen. Doch leider hat die EU die Entscheidung über die Anrechenbarkeit auf das Jahr 2023 vertagt. Dann sollen die Emissionsnormen für Pkw und Lkw erstmals überprüft werden. Ich hoffe, dass die EU-Institutionen bis dahin erkennen, wie wichtig auch die synthetischen Kraftstoffe für die Klimaziele im Verkehr sind.



Prof. Dr.-Ing. Manfred Aigner (DLR): „Auch nach 2030 werden die Verbrenner einen großen Anteil im Fahrzeugbestand ausmachen.“



GERMAN ENGINEERING. DIE FREUDE AN UNSERER ARBEIT ENTSPANNT UNSERE PARTNER.



Das gute Gefühl, Ihnen die Arbeit zu erleichtern, spornt uns an. Zum Beispiel mit dem Inbetriebnahme-Assistenten für einfachste Konfiguration im Bedienmodul BM-2 unseres neuen WOLF Ölbrennwertgerätes COB-2. Der Nachfolger des Testsiegers. Fit für die Zukunft. Einfach zu installieren. Verbraucht nur drei Watt Strom im Standby-Betrieb und ist über das Modul Link home, die Smartset App und Alexa einfach zu bedienen. Mit Freude. Entspannt.

Mehr unter www.WOLF.eu/shk-profi



DAS NEUE WOLF ÖL-BRENNWERTGERÄT COB-2

- Der weiterentwickelte Testsieger
- Stressfrei, zuverlässig und leicht zu warten
- Spart nicht nur Öl, sondern auch viel Strom

VOLL AUF MICH EINGESTELLT.

WOLF