

ZEIT FÜR DIE RÜCKGABE DES FEUERS!

PLÄDOYER FÜR EINEN SYSTEMWECHSEL BEI WÄRME UND VERKEHR, TEIL 1



Quelle: Wikimedia Commons

Jan Cossiers - Prometheus trägt das Feuer (1630er-Jahre)

Der Abschied von Brennstoffen jeglicher Art – fest, flüssig, gasförmig – für den klassischen Endverbrauch in der Wärmeversorgung und im Verkehr fällt schwer. Die Nutzung des Feuers ist kulturell tief verankert. Selbst unter dem Zwang zur CO₂-Reduktion werden Überlegungen angestellt, an der Verbrennung von Brennstoffen möglichst weitgehend festzuhalten und die Brennstoffe aus fossilen Quellen lediglich durch solche aus erneuerbaren Quellen zu ersetzen. Dafür kommen biogene Brennstoffe – wenn auch nur in äußerst geringen Mengen – und synthetische Brennstoffe in Betracht, die aus Solar- und Windstrom gewonnen werden. Das Festhalten an Brennstoffen als Hauptenergie in der Wärmeversorgung vermeidet zwar ähnlich wie im Verkehr Umstellungen beim Verbraucher. Und alte Gewohnheiten und die vorhandene Infrastruktur könnten beibehalten werden. Aber hohe Effizienzverluste und politische Abhängigkeiten wären die Folge. Eine konsequente Umstellung auf elektrische Wärmepumpen und E-Mobi-

lität würde hingegen zu unmittelbaren Effizienzgewinnen und schnell zu nachhaltigen CO₂-Einsparungen führen.

In politischen Debatten wird derzeit versucht, die Energiewende nicht als Systemwechsel, sondern als einen kontinuierlichen Umbau innerhalb des derzeitigen Systems zu gestalten. Verbreitete Ängste vor tiefgreifendem Technologie-wandel und massiven Abschreibungsverlusten sollen damit aufgegriffen werden. Wenn die für Verbraucher relevanten Änderungen hingegen bruchlos und nahezu unmerklich erfolgen – so die Überlegung – seien die nötigen Verhaltensänderungen zumutbar, vertretbar und mit nur kleinen Anreizen auf breiter Front umzusetzen. Es gibt zahlreiche politische Vorschläge für eine solche systemkonforme und deshalb geschmeidiger klingende Energiewende:

- Energieträger und Kraftstoffe sollen weiterhin wie gewohnt über das Tankstellen- und Gasnetz vertrieben werden. Es wird ihnen lediglich eine kontinuierlich steigende Menge an synthetischen Kraftstoffen aus erneuerbaren Quellen beigemischt (Wasserstoff, Methan und Biosprit) [1].
- Diese Kraftstoffe aus Solar- und Windfarmen können wie bisher aus dem sonnenreichen Nordafrika und dem Nahen Osten importiert werden (Desertec 3.0 [2]). Der Energieimport vermeidet so den großflächigen Ausbau von Windparks an Land und die damit verbunden Konflikte mit Anwohnern.
- Bei der Wärmeversorgung gilt es sich auf sog. Effizienzmaßnahmen zu konzentrieren, in erster Linie also auf Reduktion der Wärmeverluste durch Dämmung, um den Verbrauch von Öl, Gas zu reduzieren. Eine grundsätzliche Umstellung der Heiztechnologie ist demgegenüber nachrangig.

So sehr diese Vorschläge politisch für viele leichter vermittelbar sind, so sehr

sind sie mit großen Risiken und technischen Nachteilen verbunden. Wir stellen diesem systemkonformen Ansatz die Vorteile einer – hier im Übrigen nicht zum ersten Mal geforderten – grundsätzlichen Systemwende gegenüber. Der grundsätzliche Unterschied dieser Wende besteht darin, transportierte oder leitungsgebundene Brennstoffe systematisch durch ein überregionales Netzwerk für Strom aus Wind und Photovoltaik zu ersetzen. Dieser Systemwechsel kann technisch und wirtschaftlich gut begründet werden. Technisch möglich ist er in vielen Bereichen, ausgenommen vielleicht in der Luftfahrt und einigen Industrieprozessen. Entscheidend aber wird sein, dass uns eine konsequente Elektrifizierung in den Sektoren Verkehr und Niedertemperaturwärme im Klimaschutz schneller voranbringt. Dazu wurden zahlreiche Studien namhafter Institute, Organisationen und Akademien verfasst [3].

Die künftige Energieversorgung basiert auf Sonne und Wind

Der zunehmende Anteil Erneuerbarer Energien in Form von Strom resultiert aus Windkraft- und Solarthermie-Anlagen. Deren Anteil liegt aktuell in Deutschland bei 34 % an der Bruttostromerzeugung (2019) [4]. Global betrachtet wächst der Markt für diese beiden Erneuerbaren Energien im zweistelligen Prozentbereich, wenn auch leider nicht mehr in Deutschland, das diese Entwicklung mit dem EEG ursprünglich angestoßen hatte. Dieser Anstieg ist auf die eindrucksvollen Kostensenkungen während der vergangenen 10 Jahre zurückzuführen. In vielen Regionen der Welt ist eine dieser beiden erneuerbaren Energiequellen inzwischen die wirtschaftlich günstigste Form der Stromerzeugung. Ein Ausbau dieser Technologie zur Deckung des Energiebedarfs über den Stromsektor hinaus wäre möglich, denn die Produktionskapazitäten könnten aufgrund der kurzen Bauzeit von Wind- und PV-Parks relativ schnell realisiert werden. Weitere technische Alternativen wie Wasserkraft, Geo- und Solarthermie stehen mit teilweise hoher lokaler Bedeutung ebenfalls

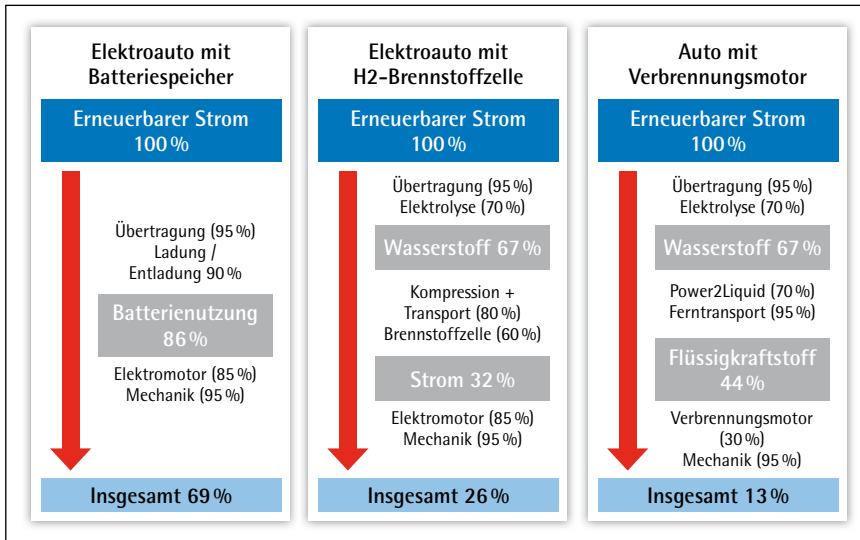


Bild 1: Effizienzkettenanalyse für alternative Pfade im Verkehrssektor ausgehend von erneuerbarem Strom als primärer Energiequelle (Primärstrom), gefolgt von unterschiedlichen Konversions- und Transportketten [5]

zur Verfügung. Somit kann seit einigen Jahren auf ein breites Technologieportfolio zur Erzeugung von erneuerbarem Strom als Rückgrat einer großflächigen Dekarbonisierung der globalen Energieversorgung zurückgegriffen werden.

Die Nutzung dieser erneuerbaren Stromquellen kann jedoch prinzipiell über zwei unterschiedliche Pfade erfolgen:

1. Der in Europa erzeugte erneuerbare Strom wird auf direktem Weg verteilt und zu einem großen Teil unmittelbar beim Endverbraucher genutzt. Hauptziel der Energiewende vor Ort ist dann die möglichst effiziente Nutzung des knappen Gutes Ökostrom für Wärme und Mobilität zusätzlich zur bisherigen klassischen Stromnutzung.

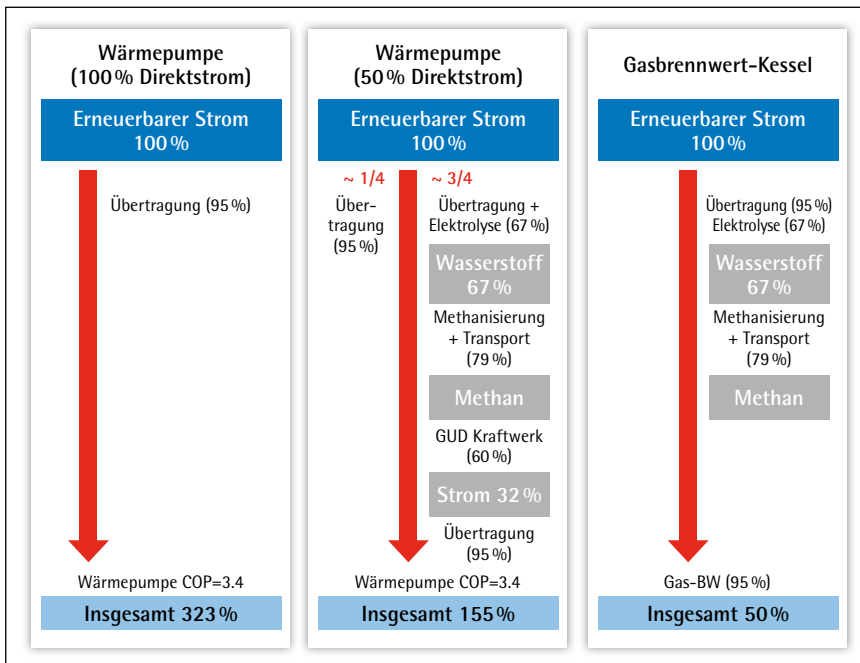


Bild 2: Effizienzanalyse verschiedener erneuerbarer Übertragungsketten für die Niedertemperatur-Wärmeversorgung. In der linken Spalte ist die Direktnutzung erneuerbaren Stroms mit einer Wärmepumpe dargestellt (unter der Annahme einer mittleren Jahresarbeitszahl von 3,4, siehe auch Teil 2 dieses Beitrags und Fußnote 8). In der Kalkulation der mittleren Spalte wird unterstellt, dass 50% des Strombedarfs über den Pfad einer Wandlung des Stroms in Methan i.V.m. einer Rückverstromung über ein GUD Kraftwerk gedeckt werden müssen. Aufgrund der Verluste dieses Pfads müssen dafür etwa 76% des Primärstroms aufgewendet werden. Rechts ist der Weg der Nutzung erneuerbaren Methangases über einen konventionellen Gas-Brennwertkessel beschrieben. (Grafik nach Fußnote [5] und eigene Berechnungen)

2. Mit dem auch außerhalb Europas erzeugten erneuerbaren Strom werden Wasserstoff und daraus abgeleitete synthetische Kohlenwasserstoffe erzeugt, gespeichert, in die Verbraucherländer transportiert und nahezu analog wie die bisherigen fossilen Brennstoffe beim Endverbraucher genutzt. Der Aufbau dieser Energieinfrastruktur und entsprechender Handelsbeziehungen wäre dann das Hauptziel der Energie- Wirtschafts- und Außenpolitik. Im Gegenzug würde der Ausbau von Windkraft- und Solaranlagen hierzulande gedrosselt werden.

Wie einleitend dargelegt erscheint der zweite Pfad für viele Akteure politisch einfacher vermittelbar. Doch auf den zweiten Blick ist dieser Pfad aus mehreren Gründen äußerst problematisch. Zum einen würde mit größtenteils importierten solaren Brennstoffen die wirtschaftliche Abhängigkeit auf dem Energiesektor fortgeschrieben werden. Derzeit importiert Deutschland über 95 % seines Gas- und Ölbedarfs. Auch knapp 90 % der benötigten Steinkohle müssen eingeführt werden. Insgesamt liegt die Importabhängigkeit bei etwa 70 % des Primärenergiebedarfs [4]. Die aus der Importabhängigkeit resultierenden politischen Zwänge und Unsicherheiten werden in regelmäßigen Abständen als äußerst problematisch empfunden. Hinzu kommt, dass die Konversionsketten von Strom über Wasserstoff, Methan und zurück zu Elektrizität oder Bewegungsenergie mit erheblichen Verlusten behaftet sind. Die energetische Effizienz einer derartigen Lieferkette ist verglichen mit der direkten Nutzung vor Ort erzeugten erneuerbaren Stroms wesentlich geringer wie die in Bild 1 und 2 dargestellten typischen Zahlenbeispiele für den Verkehrsbereich (Bild 1) und den Wärmesektor (Bild 2) zeigen.

Konversion in erneuerbare chemische Energieträger mit hohen Verlusten

Der derzeitige Fokus der Automobilindustrie auf den batterie-elektrischen Antrieb lässt sich mit dessen Wirkungsgradvorteilen einfach begründen. Der Wirkungsgrad eines Elektroantriebs mit Batteriespeicherung liegt bei immerhin 69 %. Würde man im Unterschied dazu an der heutigen Antriebstechnologie mit Verbrennungsmotor festhalten, würden nur ca. 13 % des ursprünglichen erneuerbaren Stroms zum Vortrieb genutzt werden können. Selbst bei Einsatz von Wasserstoff als speicherbarem Energieträger in Verbindung mit einem brennstoffzell-

lengetriebenen Elektromotor kann kaum mehr als ein Viertel der ursprünglichen elektrischen Energie in Vortrieb umgesetzt werden.

Auf dem Wärmesektor sind die Effizienzunterschiede ähnlich eklatant. Die Direktnutzung erneuerbaren Stroms über eine Wärmepumpe weist eine mehr als sechs Mal so hohe Effizienz gegenüber der Wärmeversorgung mit dem Gasbrennwertkessel auf. Selbst unter der pessimistischen Annahme, dass auch langfristig nur 50 % des Primärstroms direkt für den Wärmepumpenantrieb genutzt werden könnte und für die zweiten 50 % der Stromnachfrage eine Wandlung des Stroms in synthetisches Methan mit anschließender Rückverstromung in einem Kondensationskraftwerk erforderlich wäre, läge der Wirkungsgradvorteil immer noch mehr als dreimal so hoch.

Ökonomische Risiken

Gegenüber diesen aufgezeigten fundamentalen Effizienznachteilen bei einem Import erneuerbarer Brennstoffe in Verbindung mit einem Festhalten an Brennstoffen als Endenergieträgern im Wärme- und Mobilitätsbereichs werden nun allerdings Kostenvorteile einer Solarstromproduktion in Regionen mit höherem solaren Strahlungsangebot ins Feld geführt. Im Gespräch sind dabei Wüstenregionen der arabischen Halbinsel sowie der südlichen und östlichen Mittelmeeranrainerstaaten. Die avisierten und vertraglich vereinbarten Preise von PV-Solarstrom liegen gemäß den jüngsten Ausschreibungsergebnissen in arabischen Ländern mit 1,5 Ct/kWh deutlich unter denen, die in Deutschland mit zuletzt 5,2 Ct/kWh erreicht werden [6]. Sollten sich diese Kostenvorteile tatsächlich im Langzeitbetrieb der Anlagen unter harten Klimabedingungen bestätigen, könnten damit die Effizienz Nachteile der Konversionskette zwar nicht vollständig, aber zumindest annähernd kompensiert werden. Im Unterschied zur Solarstromerzeugung in Verbrauchernähe benötigt diese alternative Versorgung mit solaren Brennstoffen jedoch von Anfang an eine innovative Lieferkette über Power-to-Gas bzw. Liquid-Anlagen und Transport. Die nötige Vorsicht gebietet darauf hinzuweisen, dass diese Technologien derzeit jedoch alle noch im Pilot- und nicht im großindustriellen Maßstab laufen.

Doch selbst, wenn es in den nächsten beiden Dekaden gelingen sollte, die Technologien großtechnisch zu etablieren und die erwünschten Lernkurven tatsächlich zu realisieren, übertreffen die Investitionskosten für die Brennstoffherstellung die Investitionskosten für Photovoltaik oder Windkraftanlagen noch min-

destens um den Faktor 2 [7]. Allein aus diesem Grunde sind ökonomische Vorteile dieses Ansatzes auch langfristig als unsicher zu betrachten.

Risiken für Versorgungssicherheit und Klimaschutz

Neben den ökonomischen Risiken bedingt der Verzicht auf den Systemwechsel geeigneter Verbrauchssektoren im Inland einen weiteren strategischen Nachteil: ein wirksamer Klimaschutz und die Versorgungssicherheit in Europa wären zwangsverknüpft mit dem Aufbau einer komplett neuen, technologisch hochinnovativen Energieinfrastruktur in Ländern außerhalb unseres politischen Einflussbereichs, die zuvor noch nicht einmal ausreichend im Inland erprobt wurde. Weder aus Klimaschutzgründen noch mit Blick auf die Versorgungssicherheit erscheint dies verantwortbar.

Eine weitere, nicht zu unterschätzende Hürde ist in den erforderlichen Herkunftsnachweisen von grünem Wasserstoff zu sehen. Gerade in Ländern mit derzeit hoher Produktion fossiler Energieträger werden der wirtschaftliche Druck und die Versuchung groß sein, aufgrund der Kostenvorteile dem grünen Wasserstoff sogenannten grauen oder blauen Wasserstoff in unbestimmten Mengen beizumischen. Wie lassen sich solche, mit hochinnovativen und nicht ausreichend erprobten CCS-Konzepten möglicherweise geschönten Bilanzen überprüfen? Wie soll dies im Sinne eines wirksamen Klimaschutzes kontrolliert werden?

Für die ggf. aus dem Wasserstoff abgeleiteten synthetischen Brennstoffen stellt sich das umgekehrte Problem: Wie kann gewährleistet werden, dass der Kohlenstoffanteil dieser Energieträger tatsächlich wie vorgesehen aus der Atmosphäre extrahiert wurde und nicht ganz oder teilweise aus fossilen oder knappen biogenen Quellen stammt?

Insgesamt gesehen wäre es politisch sträflich, auf die erheblichen Effizienz- und Dekarbonisierungspotenziale einer hohen Solar- und Windstromleistung in Deutschland zu verzichten. Im Sinne eines effizienten Klimaschutzes wäre es ein später nicht mehr zu korrigierender Fehler, die Importabhängigkeit von Erneuerbaren Energien nicht jetzt gesenkt und die Elektrifizierung der Wärmeversorgung und der Mobilität nicht jetzt vorangetrieben zu haben.

Der zweite Teil des Artikels in der nächsten Ausgabe der SONNENENERGIE zeigt auf, dass es keine Gründe mehr gibt, den Systemwechsel weiter aufzuschieben. Insbesondere wird belegt, dass dieser Systemwechsel zu keinem Be-

standsschutz für die Verstromung fossiler Brennstoffe führen wird.

Fußnoten

- [1] Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS); 2018, www.BMVBS.de
- [2] Africa-Europe Hydrogen Manifesto. <https://dii-desertenergy.org/wp-content/uploads/2019/12/Dii-hydrogen-study-November-2019.pdf>
- [3] Expertise bündeln, Politik gestalten – Energiewende jetzt! Vergleich dreier Grundsatzstudien von BDI, Dena und ESYS: <https://energiesysteme-zukunft.de/publikationen/impulspapier-studienvergleich>
- [4] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Energiedaten Gesamtausgabe Stand Oktober 2019, www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html
- [5] Agora Verkehrswende, Agora Energiewende und Frontier Economics (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe
- [6] www.pv-tech.org/tags/tender
- [7] Wege zu einem Klimaneutralen Energiesystem. Feb 2020 www.ise.fraunhofer.de/klimaneutrales-energiesystem.pdf
- [8] https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/wp-smart-im-bestand/download/Berichte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf

ZU DEN AUTOREN:

► *Dr. Rolf-Michael Lüking*
Freiberufl. Wissenschaftler und Energieberater, ehemals Fraunhofer IBP
lueking@waermewende.net

► *Dr. Franz Karg*
Physiker und Technologie Manager eines PV Herstellers
franz-karg@web.de