

Weert Canzler, Andreas Knie

GEKOPPELT: ERNEUERBARE ENERGIEN UND DIE VERKEHRSWENDE

Der Verkehr ist das große Problem für den Klimaschutz – in den letzten 25 Jahren hat es keinen Fortschritt bei den Treibhausgasemissionen dieses Sektors gegeben. Den größten Anteil daran hat der Straßenverkehr. Seit Jahrzehnten nehmen die Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen in Deutschland zu (Agora Verkehrswende 2017: 11). Mittlerweile sind es fast 47 Millionen Pkw und über 65 Millionen Kraftfahrzeuge insgesamt (Kraftfahrtbundesamt 2018). Alle technischen Effizienzgewinne wurden durch mehr Verkehr sowie größere und damit schwerere Fahrzeuge überkompensiert. Der Dieselskandal zeigt seit 2015, dass vielfach weder die angegebenen Verbrauchswerte noch die vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte im Realbetrieb erreicht werden. Manipulierte Steuerungssoftware lässt die Abgasnachbereitung nicht zuverlässig arbeiten. Hinzu kommt, dass der reale Kraftstoffverbrauch mehr als 40 Prozent höher liegt, als die Hersteller angeben (ICCT 2018).

Aber nicht nur die fossilen Antriebstechniken und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen sind ein Problem. Der bisher ungebrochen wachsende motorisierte Individualverkehr braucht auch noch sehr viel Platz – und zwar sowohl wenn er fließt als auch wenn er ruht. Autos werden durchschnittlich gerade einmal eine Stunde am Tag genutzt. Der massenhafte Individualverkehr kommt vom Raumbedarf schon seit Jahren in vielen Ballungsräumen an seine Grenze bzw. hat diese längst überschritten (Deutscher Städtetag 2018).

Eine umfassende Verkehrswende steht also nicht nur aus Gründen des Klimaschutzes ganz oben auf der Agenda, sondern auch, weil es einfach zu viel Autos gibt, die zudem die meiste Zeit nur herumstehen. Die Ziele der Verkehrswende lassen sich schlagwortartig so zusammenfassen: bessere Bedingungen für das Zufußgehen und Radfahren, mehr intermodale Angebote, d. h. verschiedene Verkehrsmittelangebote einfach und vernetzt nutzen zu können, und die Elektrifizierung des verbleibenden motorisierten Verkehrs (Loske 2018).

Während die Debatte um die Verkehrswende in den letzten Jahren eher etwas schleppend verlief, ist insbesondere nach dem Gerichtsurteil des Bundesverwaltungsgerichtes im Frühjahr 2018 und der damit möglichen Sper-

rung von Innenstädten für Dieselfahrzeuge eine neue Dynamik entstanden. Es scheint nun so zu sein, dass sich wichtige Akteure im Feld, wie beispielsweise die Volkswagen AG, klarer und nunmehr auch hinsichtlich des Antriebs eindeutiger in Richtung batterie-elektrischer Varianten positionieren (Rother 2019). Doch wie sieht es beim Strom aus? Im Sinne der klimapolitisch notwendigen Dekarbonisierung, ergo der Abkehr von fossilen bzw. kohlestoffhaltigen Brennstoffen wie Erdöl, Erdgas und Kohle, darf Strom nur aus erneuerbaren Energien kommen. Strom aus Wind und Sonne ist jedoch un stet und seine Erzeugung findet zudem verteilt in der Fläche und damit dezentral statt.

Mobility to Grid

Für die erneuerbaren Energien sind Speicher entscheidend, um die höchst unregelmäßige Stromproduktion durch Wind und Sonne abzupuffern. Intelligente Stromnetze, die sogenannten Smart Grids, stellen selber eine komplexe Konstruktion des Puffers dar. Die Schwierigkeiten bestehen dabei nicht nur in kurzfristigen Schwankungen im Netz, sondern auch in variierenden tageszeitabhängigen und – besonders herausfordernd – jahreszeitlichen Einspeisemengen.

Für die Stabilisierung des Netzes können Elektrofahrzeuge nun eine wichtige Rolle spielen (ausführlich in: Canzler/Knie 2013). Das gesteuerte Laden ist nur der erste Schritt: E-Fahrzeuge werden „betankt“, wenn genügend Wind- oder Sonnenstrom vorhanden ist. Technisch möglich, bislang jedoch kaum umgesetzt ist die Option, dass E-Fahrzeuge zu Spitzenlastzeiten Strom aus den Batterien wieder zurück ins Netz leiten. Bei großen Flotten von mehreren hundert Fahrzeugen kann dies schnell zu einem relevanten energiewirtschaftlichen Faktor werden. Überschüssiger Wind- und Sonnenstrom kann aber auch durch Elektrolyse zur Produktion von Wasserstoff genutzt werden und damit Brennstoffzellen-Fahrzeuge wie beispielsweise Lokomotiven oder schwere Nutzfahrzeuge antreiben. So kann der Verkehr zur Lösung der Probleme der Energiewende beitragen. Von einer solchen Sektorkopplung ist allenthalben die Rede und viele Komponenten werden bereits seit Jahren erprobt, eine netz- und speicher-technische Gesamtlösung gibt es allerdings noch nicht.



© W. Canzler

Von erneuerbaren Energien gespeist: Elektroautos in einem Smart Grid

Die Produktion von Windenergie in einigen Regionen von Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und auch in Nordbrandenburg übersteigt schon heute an vielen Tagen den Bedarf vor Ort. Eine Weiterleitung in andere Regionen der Republik belastet jedoch vorhandene Netzkapazitäten oder ist manchmal auch gar nicht möglich. In einigen ländlichen Idyllen im Süden der Republik hingegen entsteht an sonnigen Tagen ein Überangebot an Solarstrom, der ebenfalls nur mühsam verteilt werden kann. Gleichzeitig kommt der überregionale Netzausbau nur schleppend voran. Die Lastverschiebung über angepasste Liefervereinbarungen mit Anreizen zum Nachfrageverzicht von Unternehmen zu Zeiten schwacher Wind- und Solarstromproduktion steht erst am Anfang. Speicher und eine flexible Nachfrage sollen die Angebotsspitzen, die eben auch schlicht wetterbedingt sind, abfangen.

Es handelt sich hier um eine komplett neue Logik, weil der Energiemarkt bisher ja nicht vom zufälligen Angebot, sondern von einer eindeutig artikulierten Nachfrage und einer Bereitstellung von Grundlast bestimmt wurde. Der Paradigmenwechsel von der zentralen und gesteuerten zur dezentralen und zufälligen Stromproduktion ist nicht mit einfachen Anpassungen der Regulierung des Energiemarktes zu schaffen. Hier kehrt sich das Grenzkostenprinzip um: Fluktuierende erneuerbare Energien lassen

sich nicht steuern, aber sie kosten, abgesehen von den ihnen zugrunde liegenden Investitionen, auch fast nichts (Quaschnig 2015).

Intelligente Speicher- und Netztechniken als Schlüssel zum Erfolg

Die künftige Energieversorgung ist dezentral, komplex und wird durch eine Vielzahl von Akteuren gestaltet. Die notwendige Speicherung muss sowohl kurzfristige Schwankungen in der Produktion von Energie als auch tages- und jahreszeitliche Unterschiede ausgleichen können. Die Bandbreite der Fluktuation ist riesig: von den lokalen Sekunden- und Minutenlücken im Niederspannungsbereich, die etwa durch eine Wolke über mehreren Solaranlagen entstehen, über die Tag-Nacht-Differenz bei der Sonneneinstrahlung bis hin zu den dunklen Winterwochen, in denen trübes Wetter weder die Sonne durchlässt noch einen Windhauch erlaubt. Hinzu kommt, dass gerade in den kalten und sonnenarmen Monaten der Wärmebedarf am größten ist.

Eine Speichertechnik, die passend für alle Anforderungen ist, gibt es sicherlich nicht. Offensichtlich bedarf es verschiedener Lösungen. Skeptiker wenden gerne ein, dass dezentrale Speicher wie Batterien und Power-to-gas-Anlagen viel teurer seien als der Ausbau von Übertragungsnet-

zen. Ohnehin stehen die Kosten als „Killerargument“ gegenüber Speicherlösungen im Mittelpunkt. Künftige Skaleneffekte, also Kostenvorteile, die durch optimierten Ressourceneinsatz oder sinkende Produktionskosten entstehen, werden dabei ebenso wenig berücksichtigt wie die eingesparten Kosten für nicht zu bauende Übertragungstrassen und Verteilungssysteme.

Batterieelektrische Fahrzeuge können Wind- und Sonnenstrom aufnehmen, wenn es ihn im Überfluss gibt. Damit E-Fahrzeuge zu Puffern und somit zu einem Teil der künftigen Erneuerbare-Energie-Welt werden können, sind nicht nur anspruchsvolle technische Herausforderungen zu meistern, wie die Ausrichtung der Batterien auf viele kurze Lade- und Entladevorgänge sowie eine informationstechnische Integration in Smart Grids und virtuelle Kraftwerke, die räumlich verstreute Erzeugungseinheiten über das Internet verbinden. Diese Transformation des Autos von der Rennreiselimousine zu einem wichtigen Netzelement stellt tatsächlich eine Bedeutungsverschiebung dar und es bedarf beispielsweise auch neuer Schnittstellen zur Fahrzeugelektronik. Darüber hinaus sind Nutzungs- und Geschäftsmodelle zu entwickeln, die es erlauben, die Fahrzeuge als Verkehrsmittel zu nutzen und gleichzeitig kalkulierbare potenzielle Speicherkapazitäten zu schaffen. Ob Privatleute ihr Verhalten nach variablen Vergütungssätzen ausrichten und etwa bei einer Starkwindprognose auf eine geplante Autofahrt verzichten, darf bezweifelt werden. Das gilt auch für andere Formen des Energieverbrauchs in privaten Haushalten. Wasch- und Spülmaschinen etwa haben nicht nur den Vorteil, von der lästigen Handwäsche und dem Handspülen zu entlasten – sie tun ihre Arbeit überdies im Hintergrund. Kaum jemand möchte darüber nachdenken, in welchem Zeitkorridor oder wie lange diese Haushaltsentlastungshilfen tatsächlich laufen. Die Akzeptanz von Anweisungen, die von intelligenten Stromzählern kommen („Smart Metering“), ist bei privaten Stromkunden begrenzt. Allerdings ist auch das bisher vorherrschende Nutzungsmodell des privaten und damit exklusiven Autobesitzes unter Druck und wird sich ändern. Bereits heute stellen Flottenanwendungen schon mehr als zwei Drittel aller Neuzulassungen dar, neue Sharing- und Leasingmodelle werden die Verfügbarkeitsformen von Fahrzeugen im Rahmen von Flottenmanagementangeboten transformieren (Canzler/Knie 2016).

Bei gewerblichen Stromverbrauchern sieht die Sensibilität gegenüber Preisen heute bereits anders aus. Sie reagieren üblicherweise schnell und berechenbar auf Preissignale. Energiekostenmanagement ist Teil professioneller Unternehmensführung, das Contracting mit dem Energielieferanten könnte ein verbreitetes Modell werden. Aber auch hier müssen Nutzungskonkurrenzen ausbalanciert und unterschiedliche Ansprüche ausgeglichen werden. Für Fahrzeuge gilt das allemal. Sinnvoll betreiben lässt sich das Modell „E-Fahrzeuge als Teil von Smart Grids“ nur im Flottenbetrieb. Erste Erfahrungen liegen bereits vor. Und das Potenzial fahrender Speicher als ein zentraler Baustein solcher Systeme ist vorhanden, wenn sie in schlaunen Netzen vorausschauend gesteuert werden (Canzler/Knie 2013).

Auf dem Weg zu einem neuen ordnungspolitischen Rahmen

Diese Perspektive erfordert die Sektorkopplung zwischen dem (erneuerbaren) Strom- und dem (sich elektrifizierenden) Verkehrssektor. Allerdings müssen die Bedingungen dafür erst geschaffen werden. In der aktuellen Fassung des Energiewirtschaftsgesetzes wird es keine Sektorkopplung geben. Schlaue Netze ebenso wie intermodale Verkehrsdienstleistungen und die Elektrifizierung des Verkehrs entstehen nicht automatisch, sie brauchen politische Unterstützung und einen neuen rechtlichen Ordnungsrahmen. Zentral ist ein entsprechender Gesetzesrahmen, der hilft, die bestehenden Netztechniken optimal für den Einsatz der Erneuerbaren zu nutzen und den Betrieb so zu regeln, dass es nicht zu einer Überlast oder zu Versorgungsengpässen kommt.

Dafür ist es u.a. notwendig, den regenerativ produzierten Strom weitgehend von Steuern und Umlagen zu befreien, sofern damit auch Wärme- und Mobilitätsleistungen ermöglicht, die Belastungen der Gesamtnetze reduziert werden und die Versorgungsqualität sich zuverlässig verbessert. Dabei wird unterstellt, dass dies in dezentralen – schlaunen – Netzen gelingen kann, in denen die Produktion und der Konsum von Energie in der Figur des Prosumers zusammenkommen. Die Erneuerbaren profitieren dabei von steilen Lernkurven und damit verbundenen drastischen Kostenreduktionen. Für das E-Auto heißt das konkret: Bei einem angenommenen Preis von 10 Cent pro kWh betragen bei einem Durchschnittsverbrauch von 15 kWh die Energiekosten 1,50 Euro pro 100 Kilometer.

Sind diese umfassenden Reformarbeiten zur Sektorkopplung und zur Verkehrswende realistisch? Die Erfolgsgeschichte des Autos lehrt: Ein politisches Programm und ein übergeordnetes Narrativ standen Pate für eine konsequente Implementierung von verkehrsrechtlichen, steuerlichen und infrastrukturellen Voraussetzungen dafür, dass der „Traum vom privaten Auto“ wahr wurde (Klenke 1995). Auf dem gleichen Wege und mit der gleichen Konsequenz müsste auch das neue Ziel der Verkehrswende mit seinen Elementen der Elektrifizierung, der Intermodalität und der Stärkung des Öffentlichen Verkehrs sowie der Renaissance von Zufußgehen und Radfahren verfolgt werden. Im Fokus dieser Verkehrstransformation steht neben der Dekarbonisierung im Übrigen eine Neubewertung und Neuverteilung des öffentlichen Raumes (Notz 2016; Agora Verkehrswende 2018). Doch das passiert nicht, es gibt auch noch kein neues Narrativ.

Was könnte man tun, um die Rechts- und Abgabenordnung im Verkehr und in der Energiewirtschaft zu ändern, ohne damit die allseits geschätzten Routinen und Sicherheiten aufzugeben? Eine Möglichkeit, aus dieser Zwickmühle herauszukommen, besteht darin, die überfälligen Veränderungen probeweise und örtlich sowie zeitlich begrenzt in „regulativen Experimentiererräumen“ zu versuchen (Canzler/Knie 2018: 109 ff.). Im Fall des Scheiterns oder beim Auftreten nicht intendierter Negativeffekte gäbe es dann die Möglichkeit, wieder zum Ausgangspunkt zurückzukehren. Eine Kultur des Experimentierens würde

es erlauben, den bereits erkennbaren neuen Praktiken auch einen entsprechenden Raum einzurichten, um auszutesen, ob sich diese Praxis verallgemeinern und stabilisieren lässt und welche Folgen möglicherweise zu erwarten sind. Die Änderungen müssen als reale Experimente im Alltag erlebbar sein und Grundlage einer künftigen Verkehrs- und Versorgungskultur werden.

Literatur

- Agora Verkehrswende** (2017): Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern. 12 Thesen zur Verkehrswende, Berlin.
<https://www.agora-verkehrswende.de/12-thesen/>
- Agora Verkehrswende** (2018): Öffentlicher Raum ist mehr wert. Ein Rechtsgutachten zu den Handlungsmöglichkeiten der Kommunen. Berlin.
<https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/oeffentlicher-raum-ist-mehr-wert-2/>
- Canzler, W.; Knie, A.** (2013): Schlaue Netze. Wie die Energie- und Verkehrswende gelingt. München.
- Canzler, W.; Knie, A.** (2016): Die digitale Mobilitätsrevolution. Vom Ende des Verkehrs wie wir ihn kannten. München.
- Canzler, W.; Knie, A.; Ruhrort, L.; Scherf, C.** (2018): Erloschene Liebe? Das Auto in der Verkehrswende. Bielefeld.
- Deutscher Städtetag** (2018): Nachhaltige städtische Mobilität für alle. Agenda für die Verkehrswende aus kommunaler Sicht. Positionspapier des Deutschen Städtetages, Berlin/Köln.
- ICCT – The International Council on Clean Transportation** (2018): From laboratory to road.
<https://www.theicct.org/publications/laboratory-road-2018-update>
- Klenke, D.** (1995): „Freier Stau für freie Bürger“. Die Geschichte der bundesdeutschen Verkehrspolitik. Darmstadt.
- Kraftfahrtbundesamt** (2018): Jahresbilanz der Neuzulassungen. Flensburg.
https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/n_jahresbilanz.html
- Loske, R.** (2018): Klimafreundliche Mobilität für alle. Wo bleibt die Verkehrswende? In: Neue Gesellschaft/Frankfurter Hefte, 4 (18).
- Notz, J. N.** (2016): Die Privatisierung öffentlichen Raums durch parkende Kfz. Von der Tragödie der Allmende – über Ursache, Wirkung und Legitimation einer gemeinwohlschädigenden Regulierungspraxis. IVP-Discussion Paper. Berlin.
- Quaschnig, V.** (2015): Erneuerbare Energiesysteme. München.
- Rammner, S.** (2017): Volk ohne Wagen. Streitschrift für eine neue Mobilität. Frankfurt am Main.
- Rother, F. W.** (2019): VW: So nachhaltig soll die elektrische ID-Reihe werden. In: EDISON/Handelsblatt.
<https://edison.handelsblatt.com/erleben/vw-so-nachhaltig-soll-die-elektrische-id-reihe-werden/24011690.html> (19.02.2019)



© David Ausserhofer

DR. HABIL WEERT CANZLER

ist Sozialwissenschaftler und Verkehrsforscher am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB). Seit 2013 ist er Sprecher des „Leibniz-Forschungsverbundes Energie- und Mobilitätsforschung“. Zu seinen Forschungsthemen zählen u. a. sozialwissenschaftliche Verkehrs- und Mobilitätsforschung, Energiepolitik/Energie- und Mobilitätsforschung sowie Innovationsforschung und Technologiepolitik.

Tel. +49 30 25491202
 weert.canzler@wzb.eu



© David Ausserhofer

PROF. DR. ANDREAS KNIE

ist Sozialwissenschaftler und Verkehrsforscher. Er leitet am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) die Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik und ist Professor an der TU Berlin. Er arbeitet zu Themen der Verkehrsforschung, Technologiepolitik, Wissenschaftspolitik und Innovationsforschung.

Tel. +49 30 25491588
 Andreas.knie@wzb.eu