

Nachhaltige Mobilität



*E-Fuhrpark
des IZES für die
Mitarbeitenden
© IZES*

Für den Verkehr gibt es drei Nachhaltigkeitsstrategien:

- Vermeiden: Reduzierung von Ortsveränderungen bzw. Distanzen mit motorisierten Verkehrsmitteln
- Verlagern: Durchführung des verbliebenen Verkehrs mit umweltfreundlicheren Verkehrsmitteln
- Verbessern: technische und/oder organisatorische Verbesserungen des Verkehrs

Teil der Verbesserungsstrategie ist die Entwicklung von nachhaltigen Antriebstechnologien. Aus der Klimaschutzperspektive stellt Elektromobilität gegenwärtig die zentrale Lösungsoption für den Zweirad-, Pkw- und Busverkehr der Zukunft dar. Darüber hinaus sollen Anwendungen wie Lkw, Flugzeuge, Schiffe, Bahnen und mobile Arbeitsmaschinen durch Power-to-Fuel (PtF) Produkte klimaverträglich gemacht werden. Der Beitrag beider Lösungsoptionen zum Klimaschutz im Jahr 2050 hängt vom bis dahin erreichten erneuerbaren Anteil im Strommix und dem Ausbau der Versorgungsinfrastruktur ab.

- + Eine künftige Elektroflotte bietet das Potenzial, perspektivisch als Zwischenspeicher für Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Quellen dienen zu können. Wie und in welchem Umfang dieses Flexibilisierungspotenzial gehoben werden kann, ist Gegenstand weiterer Forschungen.
- + Auch die Verwendung von Wasserstoff für Brennstoffzellen-Fahrzeuge oder der Betrieb mit nachhaltig gewonnenem Methan erlaubt eine großtechnische Energiespeicherung und Netzflexibilisierung sowie eine nachhaltige Mobilität auch im Langstreckenverkehr.
- + Die Verwendung von PtF-Kraftstoffen verbindet die hohe Energiedichte mit einfacher Handhabung und dem weitgehenden Erhalt bewährter Antriebstechnologie und Versorgungsinfrastruktur.

Die theoretischen Marktpotenziale für Elektrofahrzeuge und PtF-Produkte sind hoch. Für die Marktdiffusion müssen die Kosten für Batterien bzw. Brennstoffzellen gesenkt, ihre Reichweite und Lebensdauer erhöht sowie die Ladeinfrastruktur für Strom bzw. Wasserstoff ausge-

baut werden. Zusätzlich können, vor dem Hintergrund autonomer Fahrsysteme, in Verbindung mit Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeugen zukünftig gänzlich neue nachhaltige Mobilitätssysteme entstehen, die den Mobilitätsumfang zusätzlich vergrößern können. Die Bereitstellung von PtF-Produkten wird wesentlich durch Herausforderungen bei der CO₂-Bereitstellung und Biomassenutzung sowie bei der noch aufzubauenen Erzeugungsinfrastruktur bestimmt.

Der Umstieg auf Elektromobilität bedeutet eine Systeminnovation, die Fahrzeugantriebe, Infrastrukturen, Energiebereitstellung und die gesamte Wertschöpfungskette im Automobilssektor umfasst.

Vereinfachend lassen sich diese nachhaltigen Antriebstypen unterscheiden:

- rein batterieelektrische Antriebe
- hybride Antriebe
- Wasserstoff-Brennstoffzellen-Elektroantriebe

Die Einführung von PtF-Kraftstoffen erfordert die Schaffung einer neuen Erzeugungsinfrastruktur zur Synthese und umfasst das folgende Produktspektrum:

- Methan als Compressed Natural Gas (CNG) oder als Liquefied Natural Gas (LNG)
- synthetische Kohlenwasserstoffe für Otto- oder Dieselmotoren
- sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe wie Alkohole, Ether oder Ester (Oxygenate)

Lithium-Ionen-Batterien speichern Elektrizität (Elektronen) durch den Austausch von Lithiumionen (Li⁺) zwischen Anode und Kathode beim Laden und Entladen. Dabei erreichen sie eine im Vergleich zu anderen Akkus hohe spezifische Energiedichte.

- + Diese Fahrzeuge sind mit ihrem hohen Wirkungsgrad und ihrer lokalen Emissionsfreiheit ideale Stadt- und Lieferfahrzeuge. Die meist noch auf von 100–200 km begrenzte Reichweite und die notwendigen Ladezeiten sind für diese Anwendungen in der Regel kein

Kontakte

DBFZ

*Dr.-Ing. Franziska Müller-Langer
Tel.: 0341/2434-423
franziska.mueller-langer@dbfz.de*

DLR

*Dr. Alexander Dyck
Tel.: 0441/99906-310
alexander.dyck@dlr.de*

*Dr.-Ing. Stephan Schmid
Tel.: 0711/6862-533
stephan.schmid@dlr.de*

Fraunhofer IEE

*Dr. Philipp Strauß
(Ladeinfrastruktur)
Tel.: 0561/7294-144
philipp.strauss@iee.fraunhofer.de*

*Dr. Stefan Bofinger
(Energiewirtschaft und
Systemdesign)
Tel.: 0561/7294-371
stefan.bofinger@iee.fraunhofer.de*

Fraunhofer ISE

*Dipl.-Ing. Ulf Groos
(Brennstoffzellensysteme)
Tel.: 0761/4588-5202
ulf.groos@ise.fraunhofer.de*

*Dr.-Ing. Achim Schaadt
(Thermochemische Prozesse zur
Wasserstoffherzeugung)
Tel.: 0761/4588-5428
achim.schaadt@ise.fraunhofer.de*

IZES

*Hermann Guss
Tel.: 0681/844 972-60
guss@izes.de*

*Dr. Bodo Groß
Tel.: 0681/844 972-851
gross@izes.de*

Brennstoffzellenauto
an der Wasserstoff-Tankstelle
am ZSW in Ulm
© ZSW



Jülich

Prof. Dr.-Ing. Detlef Stolten
Tel.: 02461/61-3076
d.stolten@fz-juelich.de

Dr.-Ing. Thomas Grube
(Mobilität)
Tel.: 02461/61-5398
th.grube@fz-juelich.de

Prof. Dr.-Ing. Ralf Peters
(Zukünftige Kraftstoffe)
Tel.: 02461/61-4260
ra.peters@fz-juelich.de

KIT

Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer
(Mobile Arbeitsmaschinen)
Tel.: 0721/608-48601
marcus.geimer@kit.edu

Prof. Dr. Thomas Koch
(Emissionsbildung, CO₂-Reduzierung, Wirkungsoptimierung)
Tel.: 0721/608-42430
thomas.a.koch@kit.edu

Prof. Dr.-Ing. Jörg Sauer
(Herstellverfahren für E-Fuels)
Tel.: 0721/608-22400
j.sauer@kit.edu

Wuppertal

Dr. Karin Arnold
(Erneuerbare Kraftstoffe)
Tel.: 0202/2492-286
karin.arnold@wupperinst.org

Georg Wilke
(Elektromobilität)
Tel.: 0202/2492-211
georg.wilke@wupperinst.org

ZAE Bayern

Stephan Vidi
Tel.: 0931/70564-350
stephan.vidi@zae-bayern.de

ZSW

Maika Schmidt
Tel.: 0711/7870-232
maika.schmidt@zsw-bw.de

Prof. Dr. Werner Tillmetz
Tel.: 0731/9530-0
werner.tillmetz@zsw-bw.de

Problem. Es gibt auch schon Systeme mit Reichweiten bis zu 400 km. Zudem lässt die schnelle Entwicklung der Akkumulatoren erhebliche Effizienzsteigerungen und Preissenkungen erwarten.

Brennstoffzellen erzeugen mit Wasserstoff elektrischen Strom, der zum Antrieb eines Elektromotors eingesetzt wird. Der benötigte Kraftstoff wird im Fahrzeug in Druckgastanks mitgeführt.

- + Wasserstoff kann in entsprechenden Tanksystemen mit hoher Energiedichte transportiert werden. Daher ermöglichen Brennstoffzellenfahrzeuge Reichweiten von mehreren hundert Kilometern.
- + Durch die effiziente und emissionsfreie Umwandlung von Wasserstoff in elektrische Energie sind Brennstoffzellen vielversprechend für den CO₂-freien Verkehr. Ihr Wirkungsgrad ist doppelt so hoch wie der von Verbrennungsmotoren.
- + Der Wasserstoff wird mittels großskaliger Elektrolyseanlagen effizient und in ausreichenden Mengen aus

erneuerbaren Energien erzeugt und erlaubt durch Speicherung in großvolumigen Salzkavernen die Entkopplung von regenerativem Stromangebot und Lastgang.

Power-to-Fuel liefert flüssige oder gasförmige Kraftstoffe aus Wasserstoff und Kohlendioxid oder Biomasseabfällen, die entweder die Eigenschaften mineralölbasierter Kraftstoffe aufweisen oder im Falle von Alkoholen bzw. Oxygenaten über vergleichbare oder bessere Eigenschaften verfügen.

- + Die Leistungsfähigkeit der Fahrzeugantriebe bleibt weitgehend erhalten.
- + Das Nutzungsverhalten (Betankung, Sicherheit) bleibt weitgehend unverändert.
- + Die vorhandene Versorgungsinfrastruktur kann weiter genutzt werden.

Auf dem Weg zur nachhaltigen Mobilität haben Bundesregierung und Wirtschaft eine Kaufprämie für Elektrofahrzeuge auslobt. Daneben hat sich die H₂ Mobility Initiative darauf verständigt, das deutsche H₂-Tankstellennetz bis 2023 auf 400 Stationen auszubauen. Die für Pkw, Kleintransporter und Busse anlaufende Markteinführung der Elektromobilität wird sich auf die Umstellung kleiner Nahverkehrszüge ausweiten. Weitere Verkehrsanwendungen zu Wasser und in der Luft werden folgen. Die Einführung von PtF-Kraftstoffen für Lkw, Flugzeuge, Schiffe, Bahnen und mobile Arbeitsmaschinen erlaubt einen klimaverträglichen Betrieb des erheblichen und wachsenden Transportsektors unter weitgehender Beibehaltung der Nutzungstechnologien und der Versorgungsinfrastruktur.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- Erarbeitung einer abgestimmten Gesamtstrategie zur stärkeren Verbreitung und Akzeptanz der Elektromobilität und PtF
- Anpassung von Rahmenbedingungen und Ausbau der Infrastruktur (u. a. Erarbeitung von Finanzierungsmechanismen)
- Untersuchungen zur Systemintegration von Elektromobilität (Vehicle-to-Grid, Smart Home, Batterie und Brennstoffzellen) und PtF (Synthesanlagen, CO₂-Abtrennung und Transport); für die Zukunft auch im Kontext automatisierter bzw. autonomer Fahrassistenzsysteme (Car-to-x Kommunikation)
- Kriterien wie Lebensdauer und Kosten, Sicherheit und Funktionalität müssen durchgängig verstanden und optimiert werden.
- Die Forschung erarbeitet Lösungen für die gesamte Bandbreite der Technologien, von Systemtechnik, Optimierung von Komponenten, Synthese neuer Materialien bis zu Fertigungstechnologien.
- Entwicklung eines neuen Produktspektrums für die breite Anwendung einer nachhaltigen Mobilität: Elektromotoren, Brennstoffzellen, Batterien, Systemtechnik, mit EE-/Biokraftstoffen betriebene Range Extender (Reichweitenverlängerer) sowie Ladeinfrastruktur und -konzepte wie Schnellladung und induktives Laden
- Anbindung an dezentrale Erzeuger wie PV- und KWK-Anlagen sowie die optimale Einbindung in das Stromnetz, auch zum Ausgleich von Fluktuationen und zur Netzstabilisierung
- Strategien für den effizienten Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe sind zu entwickeln. Diese müssen im Einklang mit einer übergeordneten Biomasse-Allokationsstrategie stehen. Allerdings ist vor dem Einsatz solcher Energieträger vorrangig auf eine deutlich höhere Effizienz der Fahrzeuge sowie auf Möglichkeiten zur Reduktion des motorisierten Verkehrs zu achten.