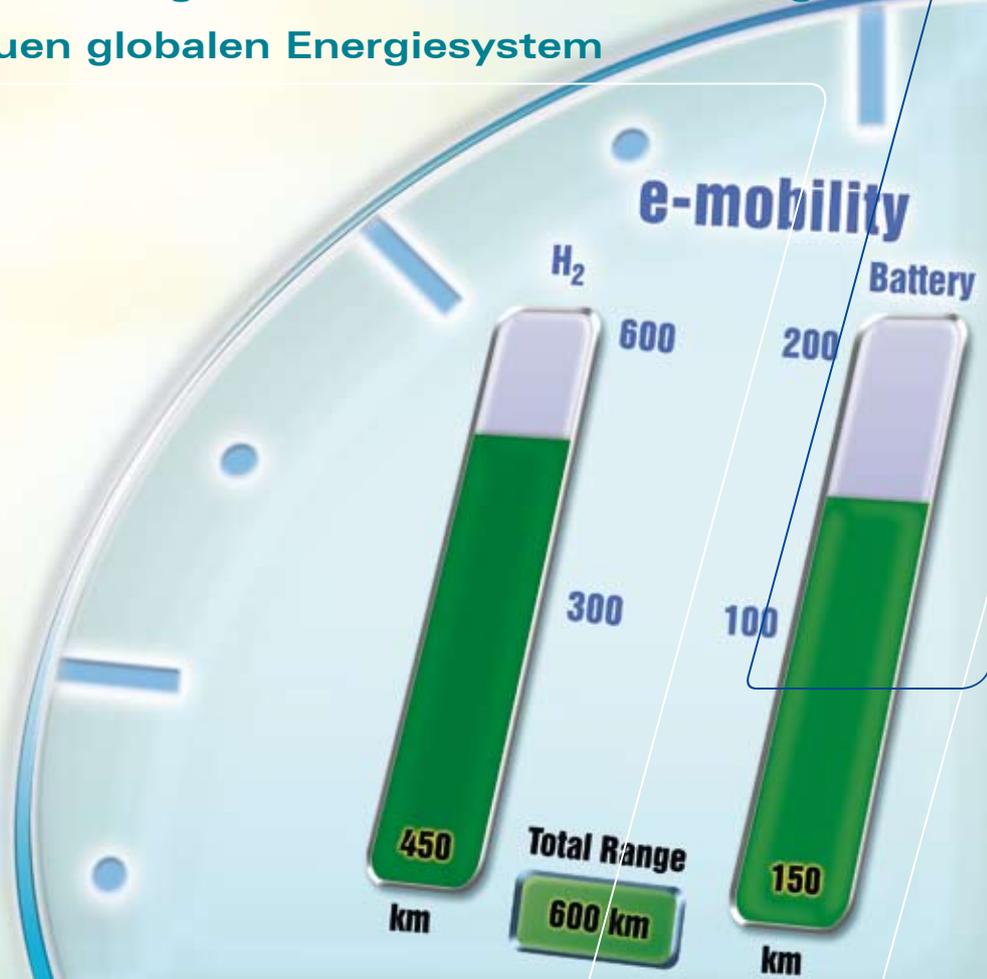


Energie-Infrastruktur 21

Rolle des Wasserstoffs angesichts der Herausforderungen im neuen globalen Energiesystem



Beauftragt vom Europäischen Wasserstoff-Verband (EHA),
dem Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband (DWV),
der Asociación Española del Hidrógeno (AeH₂), der Association Française de l'Hydrogène,
H2IT (Associazione italiana per la valorizzazione dell'uso dell'idrogeno e delle celle a combustibile)
und Hydrogen Sweden (Vätgas Sverige)

Autoren: R. Wurster, M. Zerta, C. Stiller (Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH)
und J. Wolf (flow-advice, coached innovations)

Veröffentlicht von

DWV

Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V.
German Hydrogen and Fuel Cell Association

Unter den Eichen 87
12205 Berlin
Deutschland

Telefon +49 30 398 209 946-0

Fax +49 30 398 209 946-9

E-Mail H2@H2DE.org

Internet www.H2DE.org

und

EHA

European Hydrogen Association

Avenue des Arts 3/4/5
1210 Brussels
Belgium

Telefon +32 2 7632561

Fax +32 2 7725044

E-Mail info@H2EURO.org

Internet www.H2EURO.org

2. Auflage (April 2010)

Copyright

2009 Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST)

Daimlerstraße 15
85521 München – Ottobrunn
Deutschland

Telefon +49 89 60 81 100

Internet www.LBST.de

Das Dokument ist in Teilen oder als Ganzes urheberrechtlich geschützt. Jegliche Nutzung über die Grenzen des Rechts zum Schutz von geistigem Eigentum hinaus ist ohne vorherige schriftliche Genehmigung durch LBST untersagt. Dies bezieht sich insbesondere auf die Wiedergabe, Übersetzung, Mikroverfilmung und die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Nutzungsrechte der deutschen Version bleiben bei der European Hydrogen Association (EHA) und dem Deutschen Wasserstoffverband (DWV).

Bildnachweis: Advanced Public Transport Systems BV, BMW, Daimler, DLR-Institut für Technische Thermodynamik, General Motors – Opel, HyNor, IEA, IPCC, iStockphoto, Renault, Riversimple, RWE

Layout: Choi Grafikdesign

Wir freuen uns, Ihnen die dritte Publikation der EHA/DWV-Reihe von Strategiepapieren zur Rolle des Wasserstoffs als Energieträger in einer sich verändernden Energie- und Klimalandschaft zu präsentieren. Das erste Papier befasste sich mit der Versorgungslage verschiedener Primärenergiequellen zur Wasserstoffproduktion. Dabei haben wir klar darauf hingewiesen, dass die erneuerbaren Energien die sicherste und nachhaltigste Energiequelle für die zukünftige Wasserstoffproduktion sind. Die zweite Publikation zeigte, wie Wasserstoff und Brennstoffzellen den Einsatz erneuerbarer Energie im großen Umfang ermöglichen können. Der nun vorliegende dritte Beitrag macht die wichtige Rolle des Wasserstoffs bei der Entwicklung einer intelligenten und effizienten Infrastruktur für elektrische Mobilität deutlich, gerade weil wir sich erschöpfende fossile Brennstoffe schrittweise durch mehr erneuerbare Energieträger ersetzen müssen.

Seit 2000 setzt sich der Europäische Wasserstoff-Verband (European Hydrogen Association) EHA, der 15 nationale Verbände und die wichtigsten in der Entwicklung einer Wasserstoffinfrastruktur tätigen Firmen (Shell, StatoilHydro, ENI, Linde, Air Liquide, Air Products) repräsentiert, für die Rolle des Wasserstoffs bei den Hauptentscheidungsträgern in Europa ein. Durch ständiges und genaues Beobachten der Auswirkungen relevanter EU Politikdossiers zur Entwicklung einer Wasserstoffinfrastruktur, ist der EHA zu einer zentralen Anlaufstelle für Informationen über industrielle, nationale und regionale Entwicklungen sowie zu einem Bindeglied für den internationalen Fortschritt im Bereich von Wasserstoffanwendungen geworden. Indem er die Antwort der EU auf die derzeitigen Herausforderungen im Bereich Energie und Klima definiert, ist es dem EHA gelungen, die Sichtbarkeit der Rolle des Wasserstoffs zu steigern. Zusammen mit seinen nationalen Mitgliedsgesellschaften unterstützt der EHA den Aufbau einer intelligenten und effizienten Wasserstoffinfrastruktur in Europa, indem er die europäische Industrie mit einbezieht und so eine optimale Nutzung der Primärenergiequellen anstrebt. Der EHA betreibt das Sekretariat der European Regions and Municipalities Partnership for Hydrogen and Fuel Cells (Partnerschaft der europäischen Regionen und Gemeinden für Wasserstoff und Brennstoffzellen),

HyRaMP, einer Vertretung von 30 Regionen und Städten. Indem der EHA nationale und regionale Organisationen mit den Entwicklungen in der EU verknüpft, hofft er die Bündelung von Finanzmitteln und von Aktivitäten auf EU-, nationaler und lokaler Ebene zu erleichtern und so den Übergang zu einer kommerziell ausgerichteten Wasserstoffinfrastruktur beschleunigen zu können.

Seit 1996 unterstützt der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband DVW Wasserstoffhersteller, Lieferanten und Endabnehmer in deutschsprachigen Ländern in ihren Bemühungen, Wasserstoff in der Energiewirtschaft und im Verkehrssektor einzusetzen. Der DVW hat ca. 80 Mitglieder, darunter 5 Autohersteller, 7 Energie- und Infrastrukturunternehmen, 15 Komponentenhersteller und Lieferanten, 22 Forschungs- und Ausbildungsorganisationen und 16 Experten in Ingenieurwesen und Planung. Als die größte nationale Mitgliederorganisation innerhalb des EHA unterstützt er nachdrücklich die Bemühungen des EHA, saubere, erneuerbare und energieeffiziente Energie- und Transporttechnologien nach Europa zu bringen.

Brüssel, Berlin, November 2009



Johannes Töpler, Vorsitz, DWV



Lars Sjunnesson, Vorsitz, EHA

Unser globales Energiesystem wird mit folgenden Herausforderungen konfrontiert:

- Wir stehen sowohl einer Energiekrise als auch bereits spürbaren, drastischen Klimaveränderungen gegenüber. Und wir sind darauf nicht vorbereitet.
- Wir müssen dringend die Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) reduzieren, um die Auswirkungen der Klimaveränderung zu begrenzen.
- Erneuerbare Elektrizität muss knapper werdende fossile Brennstoffe ersetzen.
- Neue Energiespeichermethoden sind erforderlich.
- Unser zukünftiges Energiesystem wird strukturell anders aussehen als das heutige.
- Unsicherheit bei Vorhersagen werden weiter zunehmen (z.B. World Energy Outlook, International Energy Outlook).
- Einfache Extrapolation bereits bestehender Technologiepfade wird wahrscheinlich keine Lösungen bringen; Paradigmenwechsel sind nicht nur zu erwarten, sondern auch notwendig.



Einführung.....6

Acht Thesen zur sich verändernden Energieversorgung

| | |
|---|----|
| 1) Peak Oil ist jetzt..... | 12 |
| 2) Gas, Kohle und Kernenergie werden Öl nicht im gleichen Maße ersetzen können | 14 |
| 3) Biomassepotentiale sind beschränkt, und ihre Verwendung steht möglicherweise in Konkurrenz mit anderen Nutzungen | 16 |
| 4) Erneuerbare Energien werden zur vorherrschenden Energiequelle werden | 18 |
| 5) Erneuerbare Elektrizität wird neue Energiespeicherkapazitäten erfordern..... | 20 |
| 6) Energie-Infrastrukturen müssen sich anpassen | 22 |
| 7) Elektrische Mobilität wird Verbrennungsmotoren ersetzen | 24 |
| 8) Neue Mobilitätskonzepte benötigen neue Netzwerke für die Kraftstoffversorgung | 26 |

Schlussfolgerungen und Empfehlungen28

Unser globales Energiesystem sieht sich mit folgenden Herausforderungen konfrontiert:

- Wir stehen sowohl einer Energiekrise als auch bereits spürbaren, drastischen Klimaveränderungen gegenüber. Und wir sind darauf nicht vorbereitet.
- Wir müssen dringend die Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) reduzieren, um die Auswirkungen der Klimaveränderung zu begrenzen.
- Erneuerbare Elektrizität muss knapper werdende fossile Brennstoffe ersetzen.
- Neue Energiespeichermethoden sind erforderlich.
- Unser zukünftiges Energiesystem wird strukturell anders aussehen als das heutige.
- Unsicherheit bei Vorhersagen werden weiter zunehmen (z.B. World Energy Outlook, International Energy Outlook).
- Einfache Extrapolation bereits bestehender Technologiepfade wird wahrscheinlich keine Lösungen bringen; Paradigmenwechsel sind nicht nur zu erwarten, sondern auch notwendig.



Klimawandel, Wirtschaftskrise und Paradigmenwechsel bei der Energie - alles ist miteinander verflochten -

„Die Welt ist nicht mit einer separaten globalen Krise konfrontiert – die „Umweltkrise“, „Entwicklungskrise“ und die „Energiekrise“ das ist alles eins.“ Brundtland Kommission, 1987

Wirtschaftliches Wachstum beruht auf drei Hauptfaktoren: Kapital, Arbeit, und die Möglichkeit physikalische Arbeit zu leisten, auch bekannt als „Energie“ Da das System irreversibel ist, muss Energie ständig in das System eingespeist werden, um sicherzustellen, dass es stabil bleibt.

In den letzten zwei Jahrhunderten haben wir fossile Energie benutzt, um dieses System stabil zu halten. Die Verfügbarkeit fossiler Primärenergien ist begrenzt und die Qualität und der Zugang zu den Ressourcen sind global gesehen sehr unterschiedlich. Da qualitativ hochwertige, leicht zugängliche Ressourcen zuerst genutzt werden, braucht man mit der Zeit mehr und mehr Kapital, Arbeit, und Energie, um das, was verbleibt, noch auszubeuten; etwa Teersande, Tiefseeöl oder Kohle minderer Qualität. Diese stetig nach unten gerichtete Spirale wird unsere wirtschaftlichen Möglichkeiten mehr und mehr einschränken. Wir können dieser Entwicklung nur entkommen, wenn wir uns früh genug anderen

und ergiebigeren Energiequellen zuwenden. Erneuerbare Energien sind der Schlüssel hierzu. Nicht nur tragen sie dazu bei, unser Energiesystem und unsere Wirtschaft zu stabilisieren, sie helfen auch, klimarelevante und Schadstoffemissionen zu reduzieren. Je später wir uns auf andere Energieträger umorientieren, desto drastischer werden die Maßnahmen und Folgen sein.

„Wir brauchen ein Signal für eine andere Zukunft, bevor die aufgeschobenen Investitionen nachgeholt werden. Nach unseren Berechnungen werden die Gesamtkosten jedes Jahr, um das das Übereinkommen (Kyoto Nachfolgeabkommen) aufgeschoben wird, um 500 Milliarden US \$ anwachsen“ Fatih Birol, Chefökonom der IEA²

Es ist wichtig zu erkennen, dass wir keine Flickwerklösungen brauchen können, sondern eine umfassende Heran- und Vorgehensweise. Peak Oil, Klimawechsel und die Folgen bieten die Gelegenheit, Energie-, Wirtschafts- und Umweltprobleme gleichzeitig zu lösen.

¹ Robert U. Ayres und Benjamin Warr, Accounting for growth: the role of physical work, Structural Change and Economic Dynamics, 16(2005) 181-209

² Interview „200 haben die meisten neuen Autos Hybrid- und Elektromotoren.“ Süddeutsche Zeitung, 07.Oktober 2009

IPCC – Die Begrenzung der globalen Erwärmung ist erforderlich

Die wissenschaftliche Gemeinschaft ist sich über die Notwendigkeit einig, die globale Erwärmung auf maximal 2°C über dem vorindustriellen Temperaturniveau zu beschränken, was der maximal tolerierbare Wert zu sein scheint. Das IPCC fordert, bis 2100 die Kohlendioxidkonzentration weltweit bei 400 ppm zu stabilisieren. Von 2015 an muss die Konzentration abnehmen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Industriestaaten bis 2020 ihre CO₂-Emissionen um 40% und bis 2050 um wenigstens 80% (möglicherweise 90%) reduzieren. Das bedeutet, dass alle Länder bis 2050 ihre CO₂-Emissionen im Schnitt um wenigstens 50% reduzieren müssen.

Die Notwendigkeit, die Kohlendioxidemissionen von Öl, Gas und Kohle zu reduzieren, um den Anforderungen zur Reduzierung von Klimagasemissionen zu entsprechen, kann Hand in Hand mit der Einführung neuer erneuerbarer Primärenergiequellen gehen, um fossile Energiequellen zu ersetzen, die allmählich ihr Fördermaximum erreichen („der Punkt, an dem das Angebot die Nachfrage nicht mehr deckt – nicht der Punkt, an dem alle Vorräte aufgebraucht sind“). Erneuerbare Energiequellen und daraus abgeleitete

saubere Null-Emissions-Brennstoffe wie Strom und Wasserstoff können beide Probleme gemeinsam lösen und die Energie- und Transportsysteme in nachhaltigere Systeme überführen.

Die Internationale Energieagentur (IEA) mahnt, dass aktuelle Trends in der Energieversorgung nicht nachhaltig sind. Das IEA-Referenzszenario, wie es im World Energy Outlook 2008 und 2009 präsentiert wurde, würde in der Verdopplung der kumulierten Konzentration in CO₂-Äquivalenten und dem globalen Anstieg der Durchschnittstemperatur um 6°C bis 2100 resultieren.

„Um katastrophalen und unwiderruflichen Schaden am Weltklima abzuwenden, ist schlussendlich eine bedeutende Entkarbonisierung der Weltenergiequellen notwendig.“

Quelle: International Energy Agency. World Energy Outlook 2008 and 2009

CO₂ emissions and equilibrium temperature increases for a range of stabilisation levels

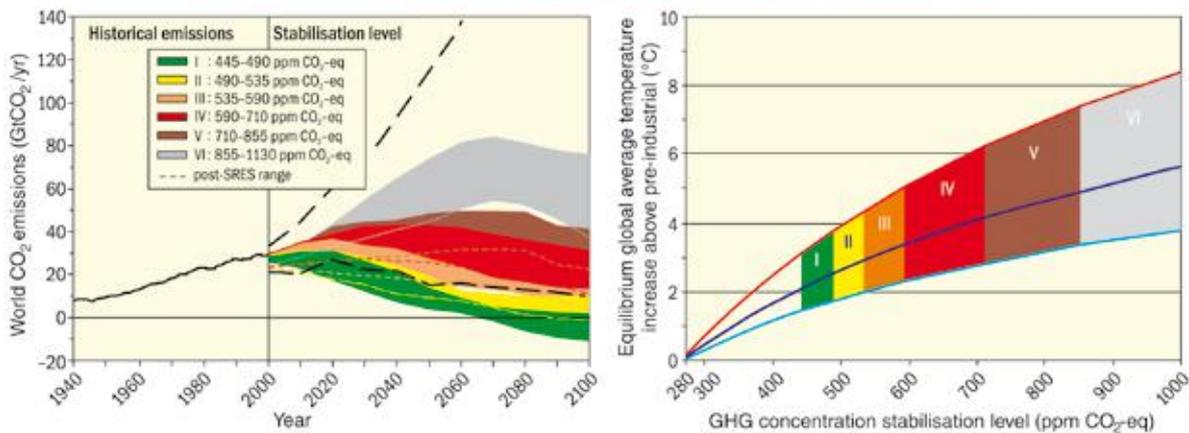


Abbildung: Weltweite CO₂-Emissionen von 1940 bis 2000 und Emissionsbandbreiten für Kategorien von Stabilisierungsszenarien zwischen 2000 und 2100 (Grafik links) und entsprechende Beziehung zwischen dem Stabilisierungsziel und dem wahrscheinlichen globalen durchschnittlichen Anstieg der Gleichgewichtstemperatur über das vorindustrielle Niveau (Grafik rechts)

Quelle: Climate Change 2007, Synthesis Report, Valencia, Spain, 12-17 November 2007

Im Folgenden präsentieren wir acht Thesen zu unserer Energieversorgung und Infrastruktur

- um dem Leser Einblick in und Erkenntnis über die akuten Probleme und erwarteten Trends in Bezug auf unsere Energieversorgung und Infrastruktur zu gewähren
- um die wichtigsten Elemente des zu erwartenden Paradigmenwechsels hervorzuheben
- um den größten Bedarf und die Möglichkeiten für unumgängliche Maßnahmen zu ermitteln
- um einen Weg anzubieten, sich an die sich verändernden Bedingungen anzupassen
- um Möglichkeiten und Wege für nachhaltige Entwicklungen und Investitionen aufzuzeigen
- um den Beitrag zu erklären, den Wasserstoff und Brennstoffzellen speziell im Verkehrssektor leisten können.



International Energy Agency (Internationale Energieagentur)

„Was wir brauchen ist nichts weniger als eine Energierevolution“

„Das Weltenergiesystem ist am Scheideweg. Gegenwärtige globale Trends in der Energieversorgung und im Energieverbrauch sind offensichtlich nicht nachhaltig – weder auf die Umwelt bezogen, noch in wirtschaftlicher oder sozialer Hinsicht. Aber das können - und müssen - wir ändern: Es ist immer noch Zeit, einen anderen Weg einzuschlagen.“

„Das Ausmaß und der erforderliche lange Atem der Herausforderung im Energiesystem ist riesig – viel größer als viele Menschen erkennen. Wir können und wir müssen der Herausforderung jedoch begegnen.“

„Wenn wir auf dem heutigen Energiepfad weitergehen, ... hieße das, die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen sehr schnell zu erhöhen, mit alarmierenden Konsequenzen für das Klima und die Energiesicherheit.“

Quelle: International Energy Agency, World Energy Outlook 2008 und 2009

Eine nachhaltige Zukunft für den Verkehr in Europa

Verkehr ist ein komplexes System, das von verschiedenen Faktoren abhängt; dazu gehören die Formen menschlicher Siedlungen und des Konsums, die Organisation der Produktion, sowie die Verfügbarkeit der Infrastruktur. Wegen dieser Komplexität muss jede Intervention im Verkehrssektor auf einer Langzeitvision für nachhaltige Mobilität für Menschen und Waren beruhen, nicht zuletzt weil Strategien mit

strukturellen Eigenschaften lange Zeit zur Umsetzung brauchen und weit im Voraus geplant werden müssen.“

Quelle: EC Europäische Kommission 2009 (EC COM 2 79/4)

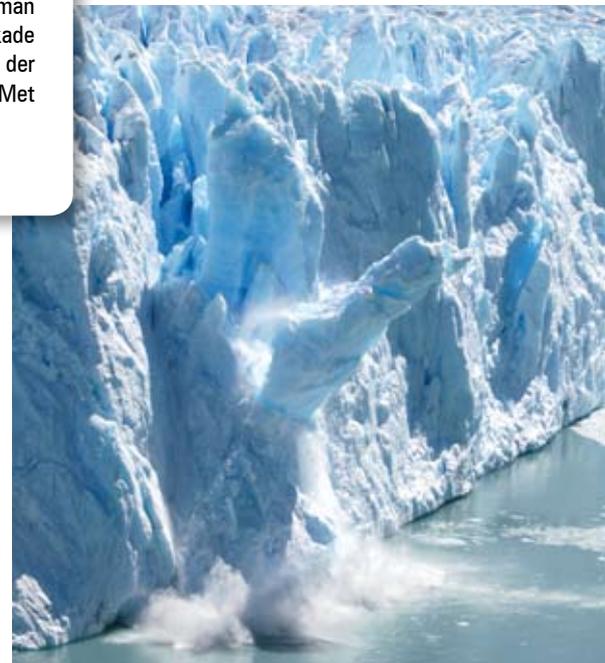
Klimawandel – globale Erwärmung infolge der Verbrennung fossiler Brennstoffe

Treibhausgase (THG) haben gravierende Auswirkungen auf das Klima und unser Leben.

Wenn derzeitige Trends im Verbrauch von fossilen Brennstoffen anhalten, werden die THG-Emissionen mit katastrophalen Folgen ansteigen.

„Zusammen werden diese Auswirkungen umfangreiche Folgen für die Nahrungsmittelsicherheit, die Verfügbarkeit von Wasser und die Gesundheit haben. Noch ist es möglich, diese gefährliche Entwicklung beim Temperaturanstieg zu vermeiden, indem man die Treibhausgasemissionen begrenzt. Wenn globale Emissionen in der nächsten Dekade ihren Höhepunkt erreichen und dann schnell wieder sinken, könnten wenigstens die Hälfte der [prognostizierten] vier Grad Erwärmung vermieden werden.“ Aussage von Dr. Betts vom Met Office.

Quelle: UK Hadley Met Office, 28 September 2009
<http://www.metoffice.gov.uk/climatechange/news/latest/four-degrees.html>





Acht Thesen zu unserer sich ändernden Energieversorgung

**Überprüfung unserer Wahrnehmung: Was passiert
mit unserer gegenwärtigen Energieversorgung und
unserem Nachfragesystem?**



1

Peak Oil ist jetzt

Es deutet vieles darauf hin, dass die globale Produktion von Rohöl bereits ihren Höhepunkt erreicht hat und bald abnehmen wird. Wir müssen so bald wie möglich geeignete Maßnahmen ergreifen, um neuen Energiequellen und Kraftstoffen den Weg zu bereiten.

Es ist zu erwarten, dass die europäische Ölversorgung in den nächsten 20 Jahren schnell abnehmen wird

Dabei muss davon ausgegangen werden, dass während der kommenden Jahre das leicht gewinnbare konventionelle Erdöl aus bestehenden Ölfeldern schnell weniger werden wird. Noch kritischer ist die europäische Versorgung, da die heimische Ölproduktion bereits seit 2000 abnimmt und folglich die europäische Abhängigkeit von Ölimporten immer weiter und immer schneller ansteigt.

Zunehmende Konkurrenz um abnehmende Ölvorräte

Parallel zur Abnahme der weltweiten Ölproduktion wird auch die Zahl der ölexportierenden Länder zurückgehen und Europa von immer weniger Quellen immer stärker abhängig machen. Bereits 2006 hat die Ölproduktion in den Nicht-OPEC Ländern ihren Höhepunkt erreicht. Bald werden sich die Import-Export-Gleichgewichte weltweit verschieben und den Ölimport erschweren. Das Nachfragewachstum in Nicht-OECD-Ländern wie China und Indien wird die Situation weiter verschärfen. Eine gründliche Bewertung der globalen Ölproduktion und der Import-Export-Gleichgewichte weist klar auf diese schnelle Abnahme der Ölimporte nach Europa in den nächsten Jahren hin.

Es ist sehr wichtig zu erkennen, dass Öl, jenseits der Haupteinsatzgebiete für Energie und Verkehr, auch ein wichtiges und wesentliches Rohmaterial für andere Industrien ist. Sein Wert als Grundstoff für die Chemie (Kunststoffe, Düngemittel, Textilien, Pharmazie) und für das Bauwesen (Wärmedämmung, Baustoffe, etc.) wird ansteigen.

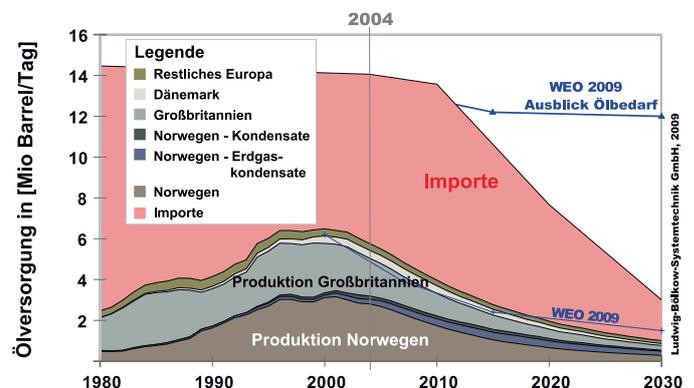
Steigende Ölpreise

Mit zunehmender Nachfrage und ohne eine Ausweitung des Angebots werden die Ölpreise stetig steigen. Auf diese Tatsache weisen internationale Energiebehörden wie die Internationale Energieagentur und die US-Behörde für Energieinformation mit zunehmender Intensität hin (siehe Kasten „Steigende Ölpreise“ auf der Seite gegenüber). Dies stellt einen grundlegenden Wandel ihrer offiziellen Informationspolitik dar und sollte insbesondere darum sehr ernst genommen werden. Ohne den äußeren Druck des Faktischen würden beide Stellen kaum ein existierendes Versorgungsproblem zugeben.

Die gegenwärtige wirtschaftliche Krise hat zwar den Preisdruck kurzfristig etwas verringert, wird aber tatsächlich die Situation aufgrund des Aufschubs der Investitionen in neue Ölexplorations- und -produktionskapazitäten eher verschärfen.

Als eine Konsequenz, nicht nur als Antwort auf die Folgen der Klimaänderung, sondern auch von der Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit diktiert, muss Europa seinen Ölverbrauch schnell reduzieren, indem es alternative Kraftstoffe für den Verkehr einführt.

Europas Rohölversorgung wird zurückgehen



Fakten 2004 (IEA-Daten)

Gesamtversorgung: 14,1 Mb/t

Erzeugung: 5,8 Mb/t

Importe: 8,3 Mb/t

LBST Ausblick 2030

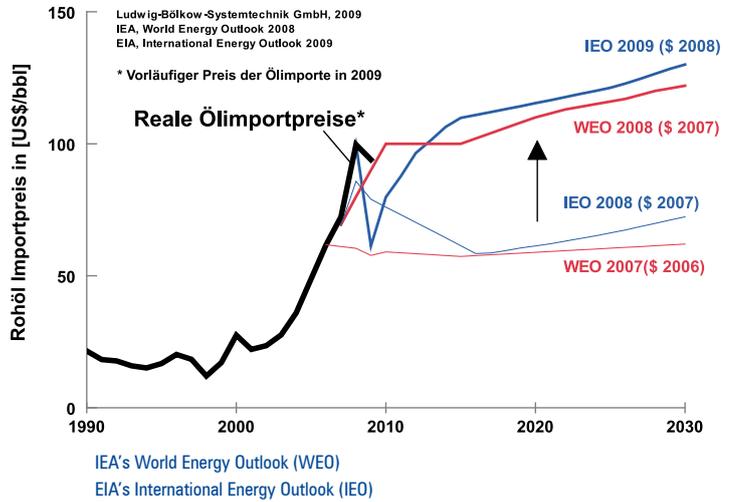
Gesamtversorgung: 3 Mb/t

Erzeugung: 1 Mb/t

Importe: 2 Mb/t

Steigende Ölpreise – veränderte Annahmen für wirtschaftliche Entwicklung und neue Bedingungen künftiger Investitionen und Strategien

Im letzten Jahr haben sowohl die Internationale Energieagentur (IEA) als auch die US-Behörde für Energieinformation (EIA) ihre Voraussagen zur Ölpreisentwicklung drastisch geändert. Diese Veränderungen werden bedeutende Auswirkungen auf die Wirtschaft und unsere Gesellschaft haben.



Die IEA mahnt, dass die Ölvorräte sich schnell erschöpfen werden

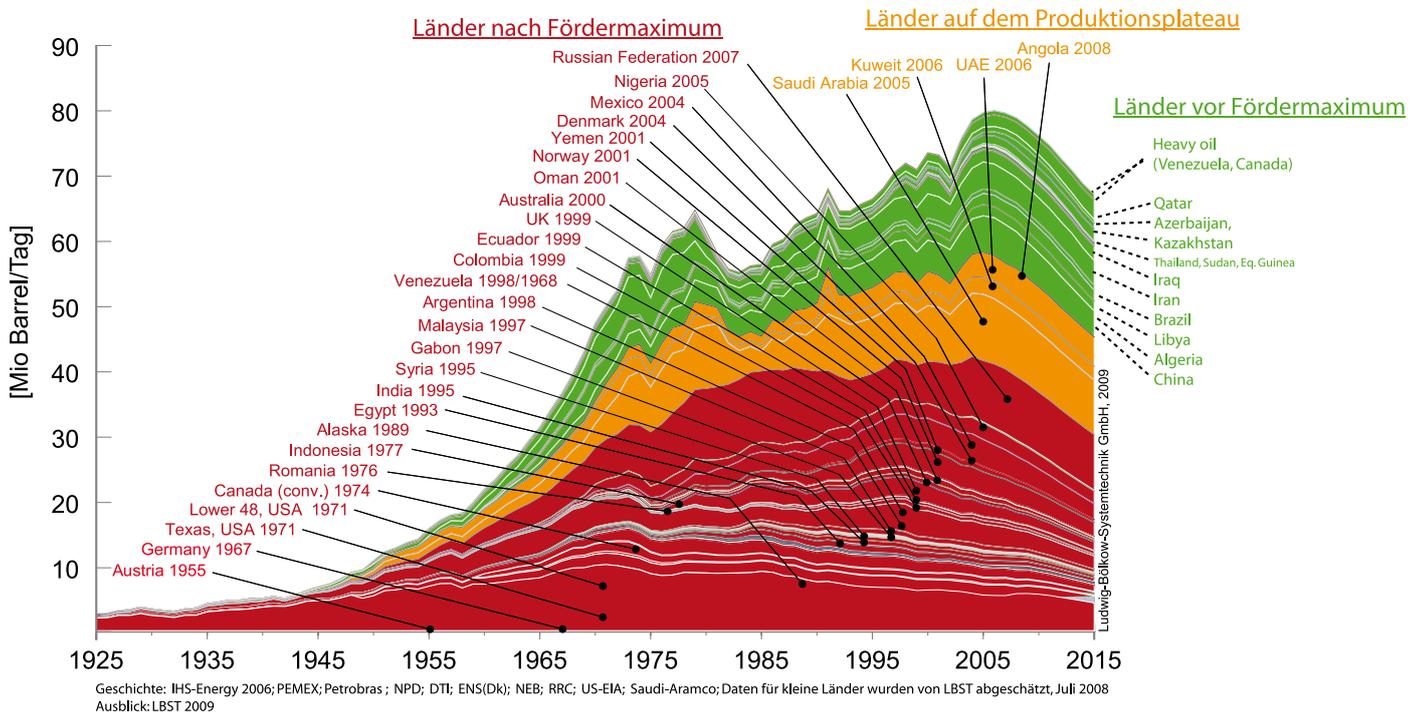
Im Sommer 2009 hat Fatih Birol in einem Interview davor gewarnt, dass chronische Unterinvestition in Ölproduktionsanlagen in den nächsten fünf Jahren in einer „Öl – Krise“ enden könnte, die jede Hoffnung auf Erholung von der gegenwärtigen globalen Wirtschaftskrise gefährden könnte.

„Es gibt nun das reale Risiko einer Krise der Ölversorgung ab nächstem Jahr...“

„Wir müssen das Öl verlassen, ehe es uns verlässt“.

„Ich bin nicht sehr optimistisch, dass die Regierungen sich der Schwierigkeiten bewusst sind, denen wir in Punkto Ölversorgung gegenüberstehen könnten.“

Quelle: Fatih Birol, Chef-ökonom, IEA, Interview vom 3. August 2009 im Independent „WARNUNG: Ölvorräte erschöpfen sich schnell“



2

Gas, Kohle, und Kernenergie werden Öl nicht im gleichen Maße ersetzen können

Europa importiert mehr als 53 % seiner Energie.⁴ Die europäische Ölproduktion geht seit einigen Jahren zurück – die Abhängigkeit von Importen von fossilen und nuklearen Brennstoffen nimmt zu. Gleichzeitig nimmt die Verfügbarkeit von Gas, Kohle und Uran in den nächsten Dekaden ebenfalls ab. Zunehmender Verbrauch von fossilen und nuklearen Brennstoffen in anderen Regionen wie China und Indien wird allmählich zur Reduktion der Mengen führen, die für den Import nach Europa zur Verfügung stehen.

Erdgas

Europas Erdgasproduktion hat ihren Höhepunkt bereits 2003 erreicht. Die wichtigsten Produzenten in Europa sind die Niederlande (Peak 1996), Großbritannien (Peak 2000) und Norwegen (Peak für 2015 erwartet). Heute muss die EU-27 bereits mehr als 60 % ihres Erdgases importieren. Die größten Lieferanten sind Russland, Norwegen und Algerien.⁵

Es ist davon auszugehen, dass der Rückgang der Versorgung insgesamt (heimische Produktion plus Importe) nach 2020 beginnen wird, wenn der Höhepunkt der russischen Erdgasversorgung zu erwarten ist und die norwegische Produktion ihren Höhepunkt bereits überschritten haben wird. Ob die Schiefergasproduktion (Shale Gas) dazu beitragen kann, diesen Rückgang zu verlangsamen, muss sich noch erweisen.

Kohle

Statistiken über Kohlereservedaten sind sehr ungenau und unsicher. In der Vergangenheit wurden die weltweiten Kohlereserven systematisch überschätzt, und so wurden die Kohlestatistiken in den letzten Jahren weltweit Neubewertet und teils drastisch nach unten korrigiert. Heute sind mehr als 90 % der existierenden Kohlereserven auf acht Länder konzentriert: USA, Russland, China, Indien, Südafrika, Australien, Ukraine und Kasachstan. Die größten davon, China, USA und Indien, sind bereits zu Kohle importierenden Ländern geworden.⁶ Folglich geben die schieren Reserveangaben nur wenig Aufschluss darüber, ob die Kohle überhaupt auf dem Weltmarkt verfügbar gemacht werden wird.

Eine Bewertung der Reserven und Produktion von Land zu Land deutet darauf hin, dass die Kohleproduktion dann zurückgehen wird, wenn der größte Produzent, China (45 % der Weltproduktion), sein Produktionsmaximum erreichen wird. Dies wird zwischen 2020 und 2030 erwartet.

Europas Erdgasversorgung wird zurückgehen

Fakten 2004 (IEA-Daten)

Gesamtversorgung: 503 Mrd. m³

Erzeugung: 287 Mrd. m³

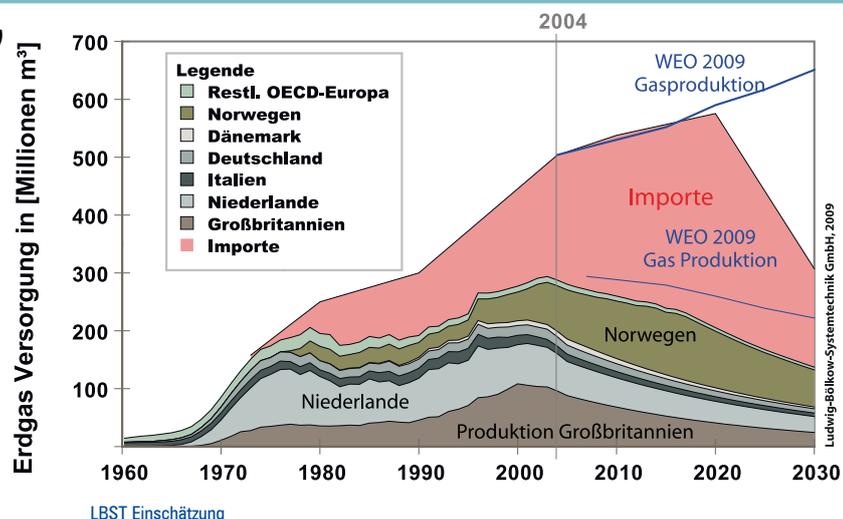
Importe: 216 Mrd. m³

LBST Ausblick 2030

Gesamtversorgung: 307 Mrd. m³

Produktion: 137 Mrd. m³

Importe: 170 Mrd. m³



⁴ www.energy.eu

⁵ http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/02_eu_energy_policy_data_en.pdf

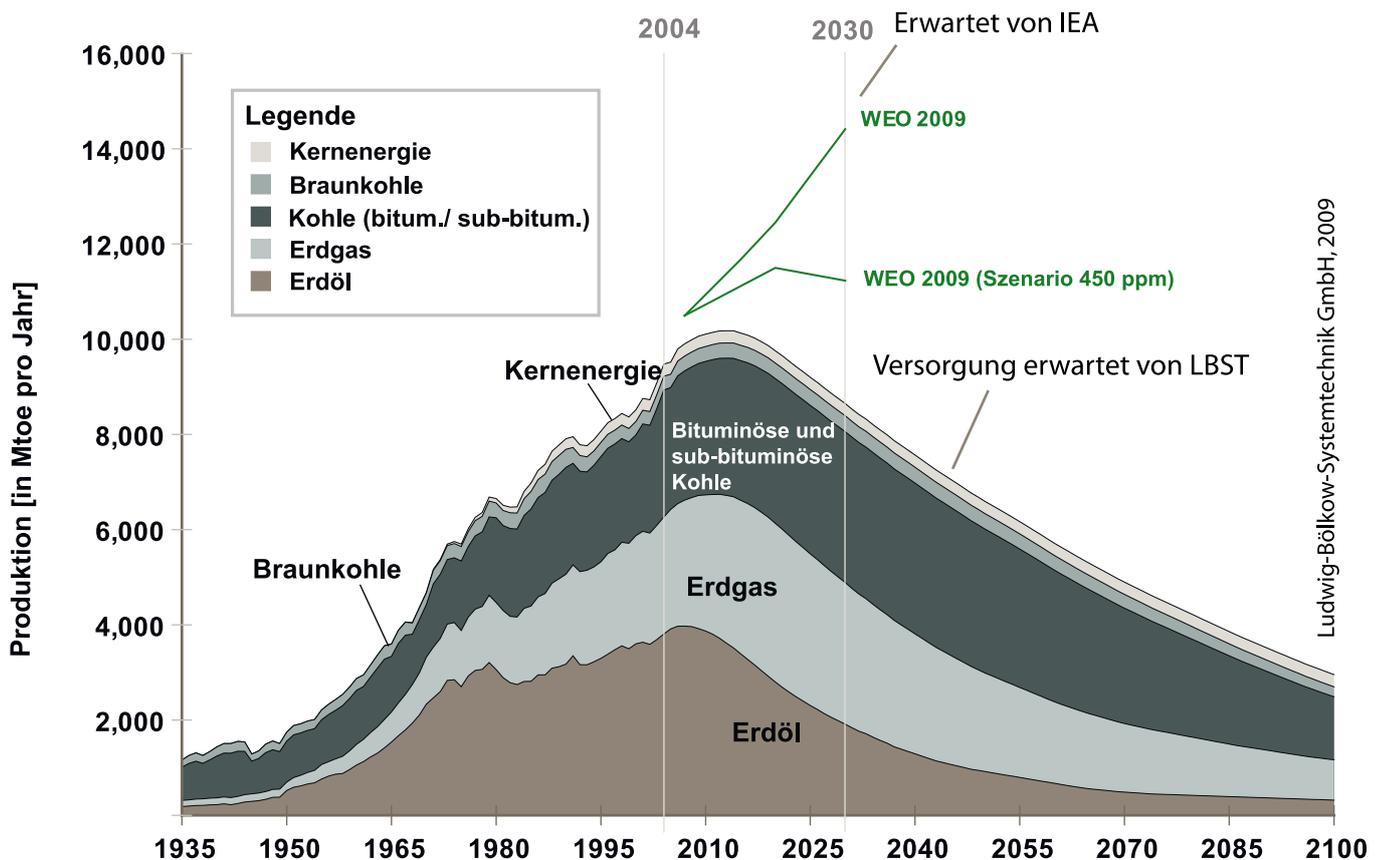
⁶ www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG_Report_Coal_10-07-2007ms.pdf

Als Ergebnis wird zunehmender Preisdruck erwartet. Die mögliche Einführung von CO₂-Abscheidungs- und Speichertechnologien (CCS) kann zwar die Belastung für das Klima abmildern, bedeutet aber gleichzeitig einen zusätzlichen Anstieg der Kosten. Dies ist für eine Kraftwerkstechnologie mit langer wirtschaftlicher Amortisationszeit ein Faktor hoher Unsicherheit.

Kernenergie

Kernenergie kann in keiner Weise die Rückgänge bei den Ölvorräten ersetzen. Nur ein sehr geringer Teil von ca. 2% des globalen Energiebedarfs wird heute von der Kernenergie abgedeckt. Die bereits bestehenden Kernkraftwerke sind im Altern begriffen, und wegen der langen Vorlaufzeiten für den Bau neuer Kraftwerke müssten erhebliche Anstrengung unternommen werden, um die Zahl der laufenden Kernreaktoren in den kommenden Jahren auf dem gegenwärtigen Niveau zu halten.

Wie bei den anderen Energiequellen ist Europa in starkem Maße von Importen abhängig (ca. 98% des in Europa verbrauchten Urans werden nach Europa importiert). Zusätzlich sind die Uranvorkommen beschränkt. Gegenwärtig werden 60% des benötigten Urans bergmännisch abgebaut, 40% stammen aus Lagerbeständen. Innerhalb der nächsten 5-10 Jahre werden die Uranvorräte der bestehenden Lagerstätten aufgebraucht sein. Es ist daher für die bestehenden Kraftwerke von erheblicher Bedeutung, dass die weltweite Uranförderung die entstehende Lücke schließen kann. Ob darüber hinaus auch für neue Kraftwerke genügend Uran gefördert werden kann, bleibt dabei völlig offen.⁷



Ausblick – fossiler und nuklearer Brennstoffbedarf

Die LBST erwartet, dass der Rückgang der weltweiten Versorgung mit fossiler und nuklearer Energie zwischen 2015 und 2020 beginnen wird. Daher wird die zukünftige Nachfrage, wie sie von der Internationalen Energieagentur (IEA) vorhergesagt wird, nicht gedeckt sein.

⁷ http://www.lbst.de/resources/docs2006/EWG-paper_1-06_Uranium-Resources-Nuclear-Energy_03DEC2006.pdf

3

Biomassepotentiale sind beschränkt, und ihre Verwendung steht möglicherweise in Konkurrenz mit anderen Nutzungen

Seit Generationen war Biomasse neben der Wasserkraft und der Windenergie fester Bestandteil der Energieversorgung. Biomasse stellt auch den wesentlichen Rohstoff der Menschen dar: Nahrung. Da verfügbare Landflächen und nachhaltig erzielbare Landerträge von Natur aus beschränkt sind, wird die immer weiter anwachsende Nachfrage nach Energie für eine stets anwachsende Bevölkerung nicht in ausreichendem Maße gedeckt werden können.

Biomassepotentiale reichen nicht aus, um den europäischen Straßenverkehr zu versorgen

Unter der hypothetischen Annahme, dass die ganze für energetische Zwecke verfügbare Biomasse in Kraftstoffe für den Verkehr (4,5 EJ) ginge, könnten im besten Fall nur etwa 35% des Bedarfs des europäischen Verkehrs gedeckt werden.⁸ Die höchste Deckungsquote wird dabei auch nur dann erreicht, wenn Biomasse in komprimierten gasförmigen Wasserstoff umgewandelt wird (CGH₂).

Angenommen, 50% der Energiebiomassepotentiale wären für die Produktion von Transportkraftstoff verfügbar, dann könnte ein Maximum von ca. 17% der Kraftstoffnachfrage, wie sie für 2020 erwartet wird, auf Basis von Biomasse gewonnen werden. Sollte auf Biomasseverflüssigung (BtL) zurückgegriffen werden, ließen sich sogar nur 12% des Kraftstoffbedarfs decken.

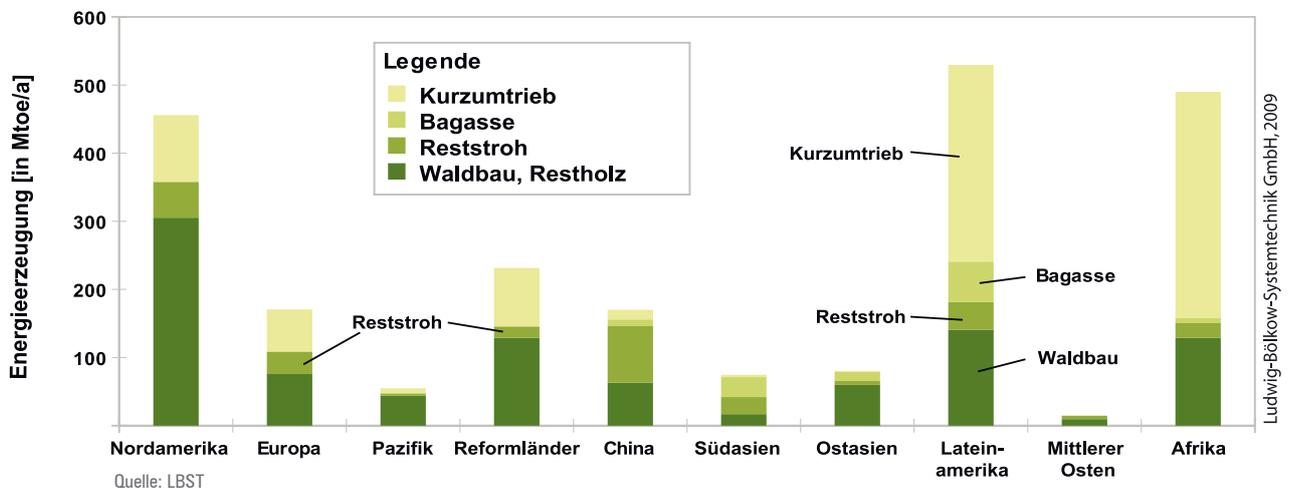
In Concawe/EUCAR/JRC (CEJ) 2007⁹ wurden verschiedene Szenarien modelliert, um das Potenzial von Kraftstoffen aus Biomasse zu bewerten. Für die Berechnung der Verfügbarkeit von Biomasse wurden miteinander konkurrierende Anwendungen der Biomasse für die Erzeugung von Wärme und Strom in Betracht gezogen. In diesem Fall kann nur ein Maximum von 1,6 EJ über CGH₂ (12,5%) gedeckt werden. Im Fall von BtL kann ca. 7% der Kraftstoffnachfrage entsprochen werden.

Andere Quellen kommen zu der Schlussfolgerung, dass dem Biokraftstoffziel der Europäischen Kommission von 10% Erneuerbaren im Verkehrssektor bis 2010 mit beträchtlichen Anstrengungen entsprochen werden könnte.¹⁰

Der Landbedarf für die Nahrungsmittelproduktion wurde in allen Szenarios berücksichtigt.

Technisches Potential von lignozellulöser Biomasse nach Region und Art

Das Schaubild zeigt das globale Energiepotenzial für Biomasse aus Rückständen und Plantagen auf Basis des unteren Heizwertes. Das größte Potential wird für Energiepflanzen (Kurzumtriebsforstwirtschaft) in Afrika, Lateinamerika und OECD Nordamerika ermittelt.



⁸ LBST Szenariorechnungen für GermanHy, 2008, (nicht veröffentlicht)

⁹ Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, WELL-TO-TANK Report, Version 2c, March 2007, CONCAWE/EUCAR/JRC, 01 March 2007 [http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/WTT_Report_010307.pdf]

¹⁰ M. Kaltschmitt et al., Biomassepotentiale für Biokraftstoffherzeugung, Biokraftstoffkonferenz, Berlin 30. September 2009

Steigender Wettbewerb um die Nutzung von Biomasse

Biomasse und verfügbare Landflächen stehen dem wachsendem Bedarf einer Reihe von möglichen Einsatzgebieten gegenüber: Als Rohstoff für die chemische und pharmazeutische Industrie, als Rohstoff für die Fertigung und das Bauen, für die Erzeugung von Brennstoffen für stationäre und mobile Anwendungen, für die Nahrungsmittelproduktion und den Erhalt der Natur (durch nicht-kommerzielle Nutzung). Da die abnehmende Verfügbarkeit von billigem Öl die Attraktivität der Verwendung von Brennstoffen aus Biomasse als Ergänzung im Verkehrssektor ansteigen lassen wird, wird auch der Druck auf geeignete landwirtschaftliche Flächen in Europa und der ganzen Welt zunehmen.

Infrastruktur gegen Ertrag

Flüssige Biokraftstoffe (Biodiesel, BtL, Butanol, Ethanol, etc.) ermöglichen im Prinzip die Beimischung zu fossilen flüssigen Kohlenwasserstoffen oder die direkte Verwendung in der bereits bestehenden Versorgungs- und Betankungsinfrastruktur. Diese Tatsache und die fortgesetzte Verwendung von Verbrennungsmotoren

(ICEs) für den Antrieb machen sie für den Transportsektor interessant. Auf der anderen Seite können verfügbare Erträge pro Hektar Land sich leicht um den Faktor 2 zwischen den verschiedenen Biokraftstoffen unterscheiden.

Die Nutzung von Biomasse für die Produktion von gasförmigen Brennstoffen, sei es komprimiertes Methan (CNG) aus Biogas oder komprimierter Wasserstoff (CGH₂), der durch Biomassevergasung und Nachreinigung gewonnen wird, führt zu merklich höheren Flächenerträgen.

Noch höhere Flächenerträge von einem Faktor von etwa 4-8 für wasserstoffbetriebene brennstoffzellenelektrische Fahrzeuge (FCVs) oder 10-15 für batterieelektrische Fahrzeuge (BEVs) erreicht man, wenn man den erneuerbaren Strom auf der gleichen Fläche mit Wind- oder Sonnenenergie produziert. Gasförmige Kraftstoffe (CNG genauso wie Wasserstoff) sowie BEVs benötigen jedoch eine geeignete Versorgungs- und Betankungsinfrastruktur, die sich von der heutigen unterscheidet.

Bemühungen, Biokraftstoffe der zweiten Generation zu klassifizieren

Es gibt keine eindeutige Definition, aber einfach ausgedrückt wird bei Biokraftstoffen der ersten Generation nur der Zucker- bzw. Stärkegehalt einer Pflanze in brennbaren Kraftstoff umgewandelt, wohingegen Biokraftstoffe der zweiten Generation aus der Umwandlung des zellulosehaltigen Pflanzengehalts in einem chemischen oder biologischen Prozess entstehen. Im Prinzip nutzen Biokraftstoffe der zweiten Generation auf diese Weise einen höheren Anteil der Biomasse und machen sich eine größere Bandbreite möglicher Rohmaterialien zunutze. Die zellulosehaltigen Biokraftstoffprozesse, die gegenwärtig jedoch noch weniger ausgereift sind, werden oft auch der zweiten Generation zugeordnet.

Überblick über verschiedene „Typen“ von Biokraftstoffen der zweiten Generation:

- Biomasseverflüssigung (BtL)
- Lignozellulosisches Ethanol und Butanol
- Biokraftstoffe auf Algenbasis
- Verbessertes Biogas (Biomethan)
- Wasserstoffangereichertes Pflanzenöl (NExBtL™)
- Synthetisches Erdgas (SNG) durch Vergasung und Methanisierung
- DME mittels Vergasung und Synthese
- H₂ aus Vergasung
- H₂ aus der Reformierung von Biogas

Erste Generation BtL
(nur Getreidekorn wird verwendet)

Zweite Generation BtL
(Verwendung des Halms)



4

Erneuerbare werden zur vorherrschenden Energiequelle werden

Erneuerbare Energiepotenziale übertreffen die globale Energienachfrage bei weitem. Während der nächsten Jahre und Jahrzehnte wird die Zunahme der erneuerbaren Energien sowohl die Basis unserer zukünftigen Energieversorgung als auch für unser wirtschaftliches Wachstum und unsere wirtschaftliche Entwicklung bilden. Auf lange Sicht werden erneuerbare Energien fossile und nukleare Brennstoffe komplett ersetzen.

Ausreichende Potenziale

Erneuerbare Energiepotenziale, die technisch, wirtschaftlich und nachhaltig erschlossen werden können, liegen weit über dem gegenwärtigen Weltenergieverbrauch.

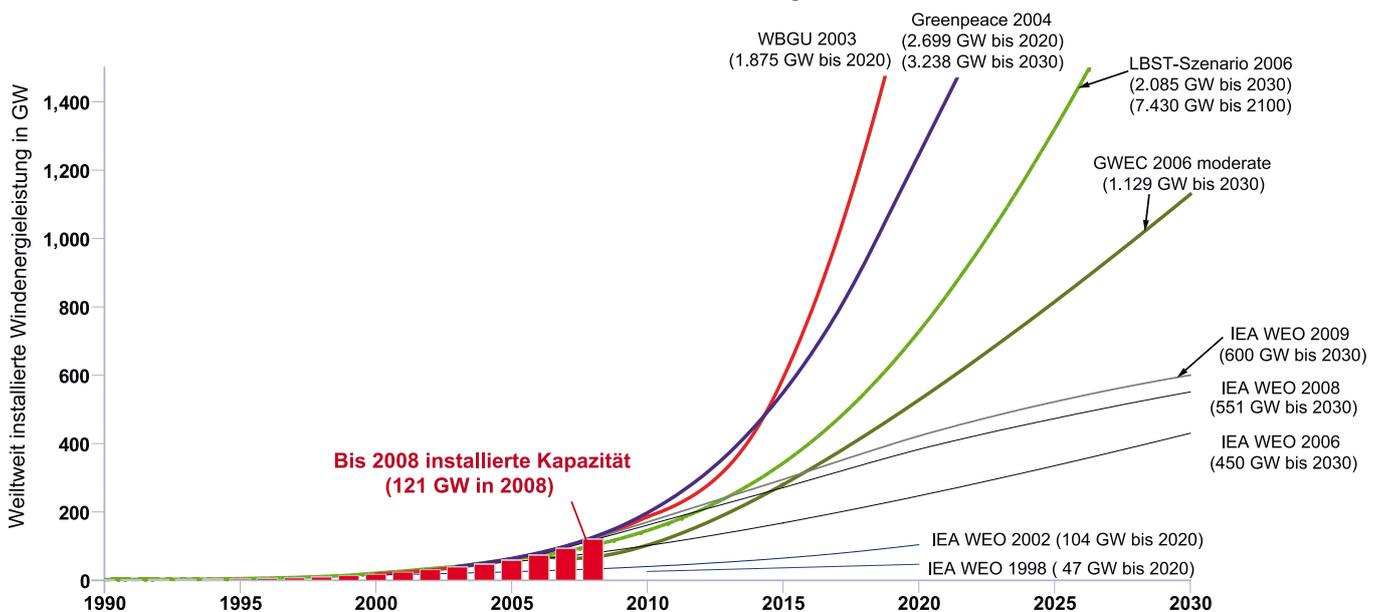
Besonders Photovoltaik, konzentrierende solarthermische Kraftwerke, Windenergie und Meeresenergie weisen riesige Potenziale für die erneuerbare Stromgewinnung und für schnelle Wachstumsraten auf. Ihr Potenzial ist groß genug, um den Energiebedarf der Welt mehr als einmal zu decken.

Vom Nischenmarkt zum wirtschaftlichen Wachstumsfaktor

Der Beitrag erneuerbarer Energien ist schneller angewachsen als erwartet und selbst in optimistischen Szenarien vorausgesagt. Vor allem der Anteil an erneuerbarem Strom ist während des letzten Jahrzehnts schnell gewachsen (Vgl. unten: Wachstum der Windenergie).

2007 belief sich der Anteil der erneuerbaren Energiequellen für die Stromproduktion auf 15% in den EU-27 Staaten und 14% in Deutschland.¹¹

Erneuerbare Energietechnologien machen ein schnelles Hochfahren der Stromerzeugungskapazitäten möglich. Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen können in ein bis zwei Jahren realisiert werden, schneller als typische fossile und nukleare Energieerzeugungsanlagen.



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, 2009

Quellen: GWEC 2008 Bericht: Worldwide wind capacity 1997-2008, Report, 2009

International Energy Agency: World Energy Outlook (WEO) 1998, 2002, 2004, 2006, 2008

Greenpeace: Windstaerke 12 (Windforce 12), May 2004

WBGU 2003: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), World in Transition – Towards Sustainable Energy Systems, Report
Eurosolar, Das Wachstumspotential der Photovoltaik und der Windkraft, Solarzeitalter 3/2009,

Wachstum der Windkraft: Geschichte und Szenarien

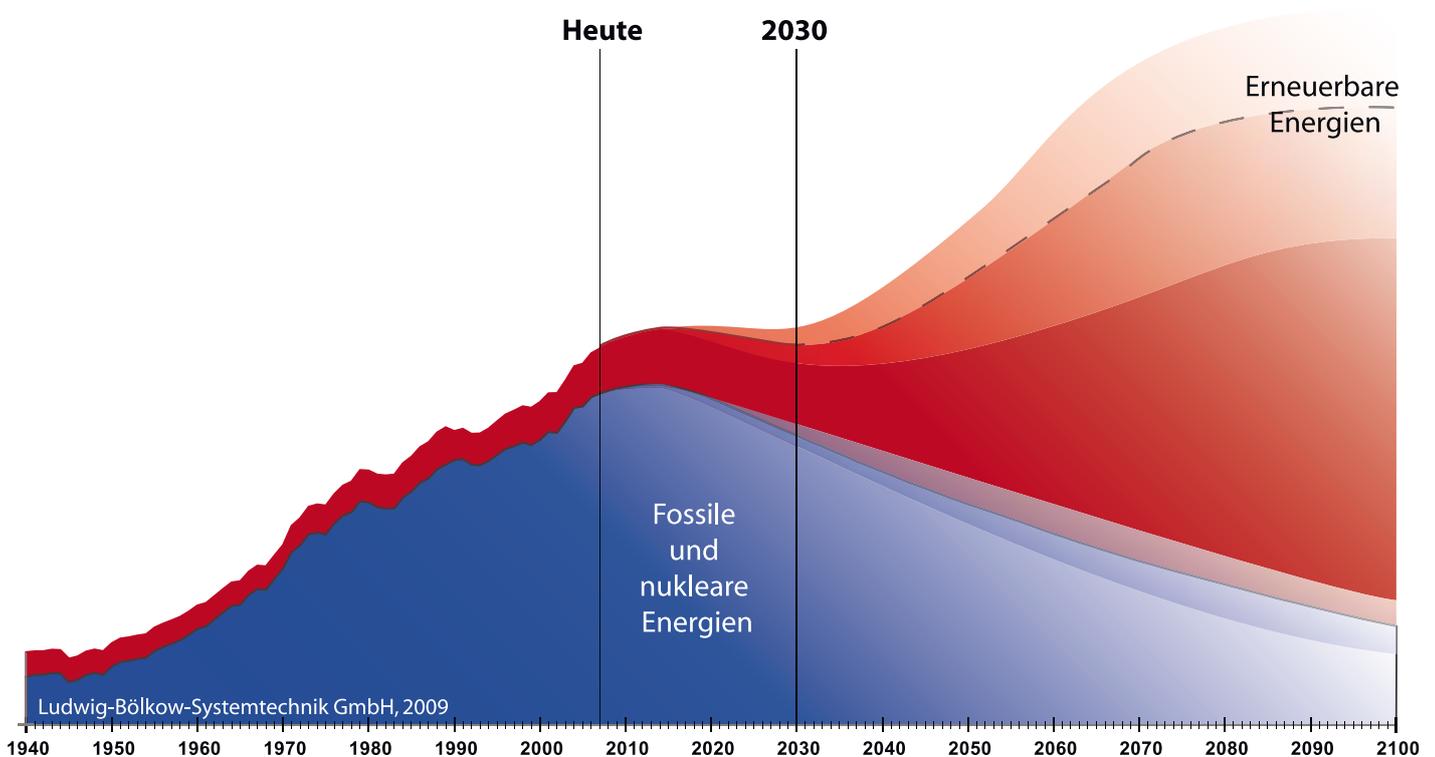
¹¹ <http://www.energy.eu/#renewable>

Übergang zu einem erneuerbaren Energiesystem

In den nächsten Jahren und Jahrzehnten müssen die erneuerbaren Energieerzeugungskapazitäten wenigstens mit der gegenwärtigen Zubaurate ausgeweitet werden, um den Übergang in das post-fossile Zeitalter zu bewältigen. Wie unten gezeigt, können erneuerbare Energien die weniger werdenden Öl-, Gas-, Kohle- und nuklearen Energiereserven ersetzen, und erneuerbarer Strom wird die Säule unserer Energieversorgung werden.



Mit dem Ziel, die globale Erderwärmung auf 2°C zu beschränken und vor dem Hintergrund des erwarteten Rückgangs der Versorgung mit fossilen Brennstoffen gibt es keine Alternative zu diesem Übergang, der in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten stattfinden muss. Nur durch die Umstellung auf ein nachhaltiges Energiesystem werden wir unseren sozialen und wirtschaftlichen Wohlstand möglicherweise erhalten können.



Der Aufbau der erneuerbaren Energien muss jetzt gefördert werden.

Der Rückgang der weltweiten Versorgung mit fossiler und nuklearer Energie könnte zwischen 2015 und 2020 beginnen. Folglich wird die zukünftige Nachfrage, wie sie von der Internationalen Energieagentur (IEA) vorhergesagt wird, nicht gedeckt werden.

Quelle: Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, 2009

5

Erneuerbarer Strom wird neue Speicherkapazitäten erfordern

Elektrizität wird der wichtigste Energieträger werden. Da die Stromspeicherung aber ein sehr komplexer Vorgang ist, werden neue Mechanismen und Kapazitäten für die Speicherung benötigt. Der Bedarf an Energiespeicherung wird ansteigen. Aufgrund der intermittierenden Eigenschaft der meisten erneuerbaren Energiequellen wird das zukünftige Energiesystem zudem intelligente Konzepte zum Energiemanagement erfordern.

Erneuerbarer Strom wird zum Hauptpfeiler unseres Energieversorgungssystems

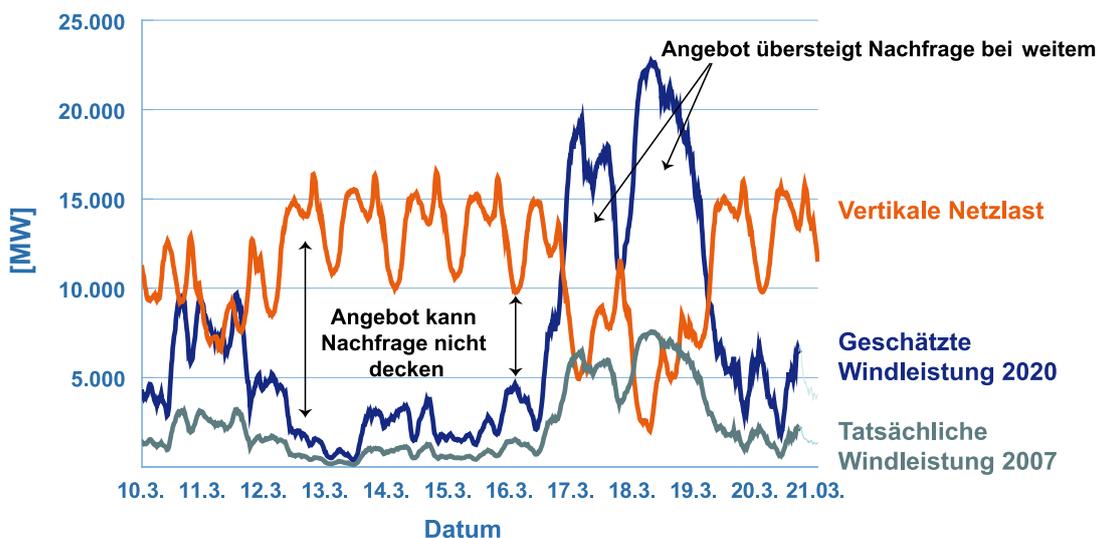
Die Kosten für die erneuerbare Energiegewinnung sind auf dem Weg, konkurrenzfähig zu den fossilen Energietechnologien zu werden.¹² Man erwartet, dass die Kosten für erneuerbaren Strom aus Wind- und solarthermischen Kraftwerken nach 2015 mit denen für fossile Energien wie Erdgas und Kohle¹³ inklusive der Kosten für entweder Emissionshandel oder CO₂-Abscheidung und Speichertechnologien (erwartete Kosten belaufen sich auf 0,08€/kWh) gleichziehen werden. Als Ergebnis wird sich die Stromerzeugung aus fossiler Energie allmählich von einer Grundlastabdeckung hin zur bei Bedarf abrufbaren Erzeugung wandeln und schließlich von erneuerbarem Strom (Solar, Wind, Meeresenergie, Wasserkraft, Geothermie) abgelöst.

Bedarf an Energiespeicherung wird wachsen

Viele der Erneuerbaren mit großem Potenzial sind intermittierend (Wind, Photovoltaik) oder haben eine beschränkt abrufbare Erzeugungskapazität. Daher wird beim erwarteten Übergang von einer brennstoffbasierten Energiewirtschaft auf eine strombasierte die Notwendigkeit entstehen, Kraftstoff aus Elektrizität herzustellen und nicht nur, wie heute vorherrschend, Elektrizität aus Brennstoff. In anderen Worten, Strom muss gespeichert werden; nicht nur für kurze Zeiträume, um plötzliche Schwankungen bei Angebot und Nachfrage auszugleichen, sondern auch um saisonale Unterschiede bei Angebot und Nachfrage ausgleichen zu können (vgl. Kasten unten: Energiespeicherung).

Notwendigkeit der Energiespeicherung

Vertikale Netzlast und Windenergie-Einspeisung in das E.ON Übertragungsnetz



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, 2008
Quelle: E.ON Netze, Februar 2008, www.eon-netz.com

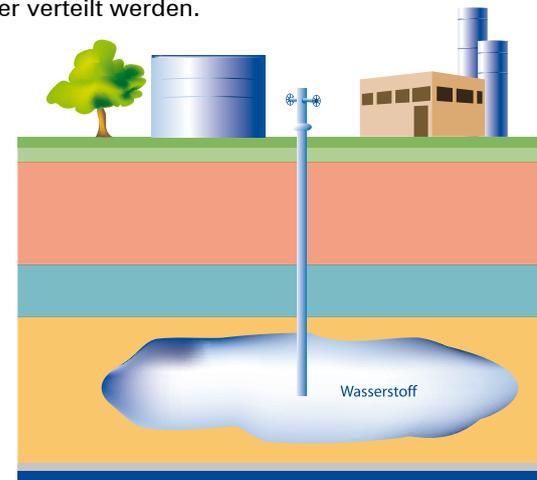
¹² Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland, Leitszenario 2009, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), August 2009

¹³ „Leitstudie 2008“ - Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas., Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Oktober 2008

Langzeitspeicherung erneuerbaren Stroms

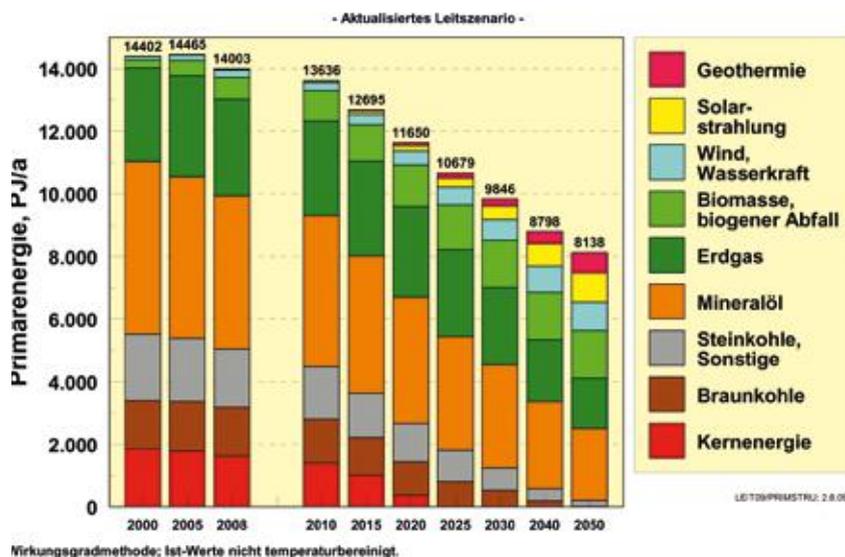
Im Allgemeinen ist es schwierig und kostspielig, Strom, vor allem größere Mengen (GWh), über längere Zeiträume (mehr als 48 Stunden) zu speichern. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die unterschiedliche Leistungs- und Speicherzeiterfordernisse ansprechen, so wie Pumpspeicher, adiabatische Druckluftspeicher, Batteriesysteme (NaNiCl, NaS, Redox-flow) und elektrolytische Wasserstoffproduktion mit unterirdischem Kavernenspeicher. Letztgenannte Möglichkeit stellt eine besonders kosteneffiziente Art der Langzeitspeicherung intermittierenden erneuerbaren Stroms dar, zu der es nur wenige Alternativen gibt.¹⁴ Obwohl elektrolytischer Wasserstoff in unterirdischen Salzkavernen (Zykluswirkungsgrad 30...40%) höhere Verluste mit sich bringt als im Wettbewerb stehende Technologien wie z.B. Pumpspeicher (Zykluswirkungsgrad 80%) und adiabatischer Druckluftspeicher (Zykluswirkungsgrad 70%), sind diese sowohl in ihrem Realisierungspotenzial als auch in ihren Leistungsniveaus im Vergleich zur genannten Wasserstoffspeicherung beschränkt.

Die Technologie der Wasserstoffspeicherung in Salzkavernen hat sich bereits bewährt und kann bei gleichem Volumen 60 Mal mehr Stromäquivalent speichern als adiabatische Druckluftspeicher.¹⁵ Der Wasserstoff, der in solchen großen Speichersystemen gespeichert wird, kann mit großen Gas- und Dampfturbinenkraftwerken wieder verstromt, in der chemischen Industrie direkt als Rohstoff eingesetzt oder mithilfe von Pipelines oder als flüssiger Wasserstoff an Fahrzeugendverbraucher verteilt werden.



Wasserstoffspeicherung in unterirdischen Salzkavernen

Stromerzeugung in Deutschland bis 2050



Struktur der nationalen Bruttostromerzeugung im aktualisierten BMU 2009 Leitszenario aufgeschlüsselt nach Energiequellen und Kraftwerksarten.

Quelle: Leitszenario 2009 - Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), August 2009

¹⁴ Stand und Entwicklungspotenzial der Speichertechniken für Elektroenergie – Ableitung von Anforderungen an und Auswirkungen auf die Investitionsgüterindustrie, FhG-ISE, FhG-AST, VK Partner, 30.06.2009, Auftragsstudie 08/28 für das BMWi

¹⁵ Leonhard W. et al. (2008), Energy storage in power supply systems with high share of renewable energy sources – Significance, state of the art, need for action, ETG Energy Storage Task Force, VDE Association for Electrical, Electronic & Information Technologies, Frankfurt, Dezember 2008

6

Die Infrastruktur muss sich anpassen

Beim Übergang von einem auf Kohlenstoff basierenden Energiesystem zu einem von Strom bestimmten System wird die größte Herausforderung nicht bei der Erzeugung der erneuerbaren Energie liegen, sondern vielmehr bei deren Verteilung. Insbesondere deshalb, da Strom (Elektrizität) als „Leitenergieträger“ auch umfassende Konsequenzen bezüglich der Anforderungen an die Infrastruktur nach sich zieht. Da unsere Gesellschaft wahrscheinlich keine größeren Veränderungen ihres Lebensstils akzeptieren wird, wird sich die Infrastruktur für Mobilität und Logistik anpassen müssen.

Die Muster der Energieverteilung werden sich ändern

Mit dem sich ändernden Portfolio der Energiequellen (z.B. hin zu einem höheren Anteil von erneuerbarem Strom) verliert der traditionelle Langstrecken-Energietransport (Pipeline, Tanker) an technischer Leistungsfähigkeit und daher auch an Bedeutung, und neue Langstrecken-Energiesysteme für Strom (HGÜ-Übermittlung) werden zum Teil ergänzend wirken. Zusätzlich wird effizienter Gebrauch von Energie weiter an Bedeutung gewinnen.

Da erneuerbare Energiequellen von Natur aus eher dezentral verfügbar sind und dezentrale Stromerzeugungssysteme wie BHKWs zunehmend an Attraktivität gewinnen, wird der Bedarf für Langstrecken-Energietransport abnehmen. Je mehr die dezentrale Erzeugung von intelligenten Netzstrukturen bewältigt wird, die in der Lage sind, die verschiedenen Quellen in „virtuellen Kraftwerken“ zu bündeln, desto besser werden Angebot und Nachfrage auf intelligente und effiziente Weise ausgeglichen. Diese intelligenten Netzstrukturen werden mittels übergeordneter Verbundnetze und innovativer Speichersysteme in regionale oder nationale Netze eingebettet sein. Die Smart Grid-Technologie ermöglicht es auch, Stromspeichersysteme von batteriebetriebenen Fahrzeugen (BEVs) als Mittel zum Netzausgleich einzubinden.

Darüber hinaus werden Nachfragesteuerung, Erzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung (in BHKWs) mit Netzeinspeisung, Stromerzeugung mit Photovoltaik für Wohnhäuser und Büros mit Netzeinspeisung, Nahwärme, lokale Gasversorgung (z.B. Biogas, Biomethan oder Wasserstoff) und andere lokale Energieversorgungs- und Erzeugungskonzepte profitieren und ausgleichend auf die Angebots- und Nachfragespitzen wirken.

Die Muster der Mobilität und Logistik werden sich ändern

Wenn Strom als „Kraftstoff“ in den Verkehrssektor Eingang findet, werden sich Mobilität, Logistik und die Transportmittel allmählich verändern. Mögliche Entwicklungen schließen ein breiteres Portfolio von Fahrzeugen für die Individualmobilität, z.B. angepasste BEVs für kürzere Reichweiten oder Innenstadtfahrten, ein. Es könnte auch sein, dass sich das Nutzerverhalten in dicht besiedelten Ballungsgebieten verändert (Besitzer von Führerscheinen werden weniger, Car Sharing nimmt zu, Öko-Taxis, Scooter, elektrische Personentransportmittel etc.). Damit wird die Art des Service und des benutzten Kraftstoffs beeinflusst und so die Infrastrukturen, die man braucht, um das städtische Verkehrssystem zu betreiben. Traditionelle öffentliche Transportkonzepte mit verbesserten modernen Null-Emissions-Antriebstechnologien werden an Akzeptanz gewinnen. In ländlicheren Gegenden werden Untertentren gedeihen, und innovative öffentliche und/oder Individual-Transportkonzepte werden weit verstreute Siedlungen effizienter als heute bedienen müssen. Es wird erwartet, dass ähnliche Veränderungen den Warentransport beeinflussen werden.

Es ist eher unwahrscheinlich, dass die Gesellschaft bereitwillig drastische Veränderungen des Lebensstils hinnehmen wird, um sich den sich verändernden Randbedingungen anzupassen. Vielmehr wird sie nach Lösungen suchen, den bisherigen Lebensstil beizubehalten und noch zu verbessern.





Umso wichtiger scheint uns die Erkenntnis zu sein, dass eine schnelle, erfolgreiche, vor allem aber politisch motivierte Anpassung an die sich in Europa verändernden Bedingungen möglicherweise die einzige Chance darstellt in Richtung auf eine regionalisierte

und unabhängige Energieerzeugung und -nutzung, hin zu einer Minderung von umweltschädlichen Emissionen und damit verbundenen Kosten¹⁶ sowie eine Grundlage für die wirtschaftliche Entwicklung der europäischen Industrie und Gesellschaft.

Botschaft von der europäischen Kommission

„Der Verkehrssektor in Europa hängt zu 97 % von fossilen Brennstoffen ab, die negative Folgen auf die Umwelt, die Energieversorgungssicherheit und die wirtschaftliche Entwicklung haben.“

„Verkehr ist eine wesentliche Komponente der europäischen Wirtschaft. Verkehr insgesamt ist für ungefähr 7 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP) und für über 5 % der gesamten Beschäftigung in der EU verantwortlich.“

Quelle: EC COM (2009) 279/4

Herausforderungen an die Infrastruktur für den Energietransport

Im Vergleich zu den Transporteinrichtungen für die fossilen Energien haben die existierenden Stromnetze und Stromüberlandleitungen eine kleine Energietransportkapazität. Künftige Stromnetze und große HGÜ-Starkstromleitungen (heute 3-6 GW mit 500-800 kV DC) müssen in einem viel größerem Umfang als heute installiert werden, sonst werden sie nicht in der Lage sein, gleiche Energietransportkapazitäten wie große Ölpipelines bereitzustellen (~75 GWh/h) oder Gaspipelines (~40 GWh/h) (vgl. Tabelle unten).

Im Unterschied zur Stromübertragung bieten Wasserstoffpipelines viel größere Leistungsübertragungskapazitäten (~30 GWh/h).

Folglich steht ein zukünftiges Energiesystem auf Basis erneuerbaren Stroms großen Herausforderungen gegenüber: Auf der einen Seite die bestehende Infrastruktur für die Stromübertragung auszuweiten, und auf der anderen Seite die Stromnachfrage zu reduzieren, um ein wirtschaftliches Optimum zu erreichen.

| Energietransportinfrastruktur (für typische installierte Größen) | Energieübertragungsleistung |
|--|-----------------------------|
| Ölpipeline (1 Million Fass pro Tag) | 73 GWh/h (thermisch) |
| Erdgaspipeline (30 Mrd. Nm ³ /a) | 38 GWh/h (thermisch) |
| Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) (53 TWh/a) | 6 GWh/h (elektrisch) |
| Wasserstoffpipeline (mit dem Durchmesser der Erdgaspipeline) (79 Mrd Nm ³ /a) | 27 GWh/h (thermisch) |
| Steinkohletransport pro Schiff von Südafrika nach Deutschland (4 TWh/a) | 0,5 GWh/h (thermisch) |

Tabelle: Alternative Möglichkeiten für den Energietransport (LBST)

¹⁶ Bis 2020 könnten die Umweltkosten (Luftverschmutzung, CO₂-Emissionen) aller Transportmittel 210 Milliarden € betragen. (EC communication on Strategy of the internalisation of external costs (COM 2008/435))

7

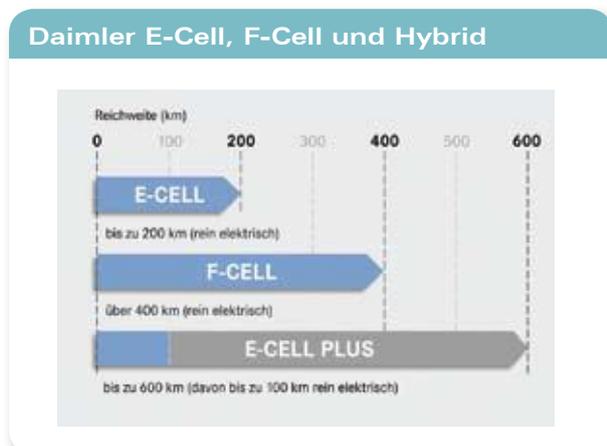
Elektrische Mobilität wird Verbrennungsmotoren ersetzen

Klimawandel, Beschränkungen bei der Energieversorgung und die daraus resultierenden finanziellen Belastungen könnten in Zukunft einen größeren Einfluss auf die Wahl der Energie- und Transportdienstleistungen haben als in der Vergangenheit. Sauberere und effizientere Antriebe werden bevorzugt werden. Darüber hinaus könnten Änderungen im Lebensstil und in der Gesellschaft die Wahl genauso beeinflussen, wahrscheinlich genauso grundlegend wie von außen wirkende Faktoren.

Neu aufkommende Antriebe

Autokonzepte haben sich bereits in den letzten Jahren beträchtlich diversifiziert, um sich besser an veränderte Kundenbedürfnisse anzupassen. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren weiter fortsetzen und eine größere Bandbreite von neuen und effizienten Antrieben und sauberere und nachhaltigere Kraftstoffe mit einbeziehen. Zusätzlich werden kleinere Modelle und Konzepte für Leichtbauweisen wichtiger werden.

Der sich gegenwärtig abzeichnende Trend zur Elektrifizierung des Antriebssystems profitiert ganz erheblich vom wachsenden Anteil erneuerbaren Stroms. Verfügbare Technologien reichen von Hybridantrieben über Plug-in-Hybride zum batterie-elektrischen und zum brennstoffzellen-elektrischen Hybridfahrzeug.



Brennstoffzellen und Batterien werden die Erneuerbaren auf die Straße bringen

Die Automobilindustrie befindet sich im Übergang vom Verbrennungsmotor zum Elektromotor. Der Transformationsprozess zu einem neuen Transportsystem hat bereits begonnen.

Ein großer Vorteil sowohl der Elektrizität als auch des Wasserstoffs ist, dass sie hocheffizient aus jedem Primärenergieträger produziert werden können. Dies bietet die Möglichkeit, verschiedene Primärenergiequellen und vor allem erneuerbare Energien im Straßenverkehr zu verwenden.

Wasserstoff und Brennstoffzellen sind Schlüsseltechnologien für den Verkehrssektor, da sie nahezu die gleiche persönliche Freiheit, Flexibilität und Nutzerfreundlichkeit zulassen, die wir von den heutigen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren her kennen. Nur Wasserstoff wird die Fähigkeit besitzen, in den nächsten Jahren und Jahrzehnten größere Mengen erneuerbaren Stroms auf den Markt für den Individualverkehr zu bringen. Brennstoffzellen-elektrische Fahrzeuge auf Wasserstoffbasis (FCVs) für größere Reichweiten (>400 km), schweren Warentransport und öffentlichen Busverkehr, ergänzt durch batterie-elektrische Fahrzeuge (BEVs) für kurze Strecken (bis zu maximal 200 km) und Leichtbauanwendungen werden in der Lage sein, dem europäischen Verkehrsmarkt neue effiziente Auswahlmöglichkeiten anzubieten.

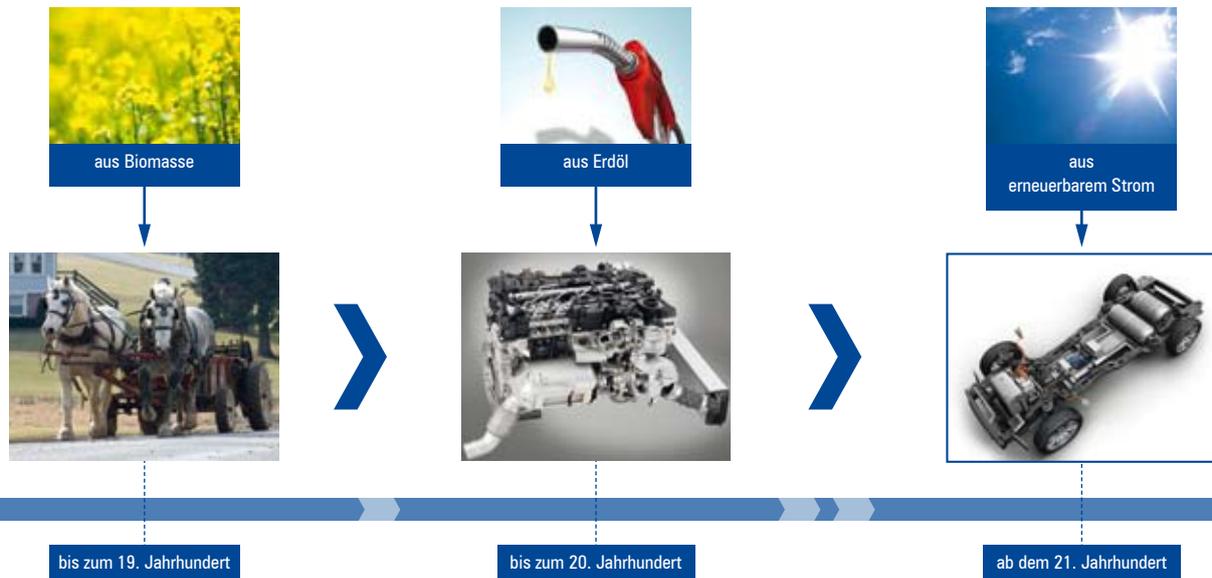
Transformation zur Wasserstoffmobilität – die deutsche H₂ Mobility Initiative

Im September 2009 kündigten führende Automobilhersteller in einer gemeinsamen Aussage die Entwicklung und Markteinführung von elektrischen Fahrzeugen mit Brennstoffzellen an. Sie erwarten ab 2015 mehrere hunderttausend Einheiten über den Fahrzeuglebenszyklus auf globaler Ebene. Dieses MoU (Absichtserklärung) geht auf eine gemeinsame Initiative von Daimler und Linde zurück, die darauf abzielt, eine ausreichende Infrastruktur an Wasserstofftankstellen bereitzustellen, die der Schlüssel für die Einführung von brennstoffzellen-elektrischen Fahrzeugen auf dem Markt ist.

Außer Daimler, Linde, OMV, Shell, Total und Vattenfall Europe hat sich ein zweiter Energieversorger, EnBW, angeschlossen. Laut einer Mitteilung¹⁷ anlässlich der Veröffentlichung des MoU ist EnBW davon überzeugt, dass brennstoffzellen- ebenso wie batterie-elektrische Fahrzeuge einen wesentlichen Beitrag zu einer klimaschonenden Mobilität auf Basis sauberer Primärenergien leisten können. Darüber hinaus wird dem Wasserstoff eine mögliche wichtige Rolle als Energiespeicher in dezentralen Energiesystemen und als ein Mittel zur Integration erneuerbarer Energien zugeschrieben.

Quelle: http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1096793/Memorandum-of-Understanding-mehr-Informationen.pdf

¹⁷ „Faktenblatt“ der EnBW Energie Baden-Württemberg, Newsletter Wasserstoff + Brennstoffzelle, VVEW Energieverlag GmbH, 06.10.2009



Genauso können BEVs und FCVs die notwendige Evolution in der Stromnetzinfrastruktur sehr gut ergänzen: BEVs in größeren Mengen können mit der entsprechenden Nachfragesteuerung Puffer- und

Reservekapazitäten innerhalb eines Smart Grids bereitstellen; FCVs lassen sich in idealer Weise mit dem Wasserstoffeinsatz für Langzeit- oder saisonaler Energiespeicherung verknüpfen.

Definition der „E-Mobilität“

Unter E-Mobilität versteht man die Möglichkeit, Fahrzeuge mithilfe von elektrischen Motoren vorwärts zu bewegen. Diese elektrischen Motoren werden von Elektronen gespeist, die entweder aus einer Batterie stammen oder von einem Generator wie z. B. einer Brennstoffzelle oder von beiden zusammen (z. B. Hybridisierung). Diese Art von E-Mobilität mit Batterien oder Brennstoffzellen ist

die einzig wirkliche Null-Emissions-Antriebstechnologie, die nicht ständigen Kontakt zu einem Stromversorgungssystem benötigt (wie z. B. Straßenbahnen oder Oberleitungsbusse) und doch einen sehr effizienten Energieeinsatz sicherstellt, auch durch Bremsenergieerückgewinnung.

Effizienz von BEVs und HFCVs im Vergleich

Wenn man von einem hybridisierten Brennstoffzellenauto (HFCV) und einem BEV, jedes mit einer Reichweite von nahezu 500 km ausgeht, dann ist der Primärenergiebedarf ungefähr der gleiche, wenn Erdgas als Primärenergiequelle dient (Erdgas-Dampferformer für Wasserstoff und Kombikraftwerk GuD für die Stromerzeugung). Wenn Strom die Energie „quelle“ ist (z. B. Strom aus Windenergie), dann ist der Energiebedarf des HFCV pro gefahrenem Kilometer um etwa 50% höher als der des BEV mit der gleichen Reichweite.

Wenn das Batterie-Elektrofahrzeug realistischer Weise mit einer viel niedrigeren Reichweite von 150-300 km kalkuliert wird (denn nur dann ergibt sich ein Betriebsgewicht, das für einen 4- oder 5-Sitzer

akzeptabel ist), nähert sich der energetische Verbrauchsvorteil von BEV gegenüber HFCV allmählich einem Faktor von 2,0 für Strom als „Energiequelle“ und einem Faktor von ca. 1,3 für Erdgas als Quelle. Im letzteren Fall sprechen wir allerdings nicht mehr über das gleiche Fahrzeug in Bezug auf die Kundenbedürfnisse, da die angenommene Reichweite bis auf etwa die Hälfte reduziert wurde. Schlussendlich muss der Kunde entscheiden, welche Technologie und daraus abgeleitete Eigenschaften und Kosten für ihn akzeptabel sind.^{18 19 20}

Quelle: http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1096793/Memorandum-of-Understanding-mehr-Informationen.pdf.

Großmaßstäbliche Markteinführungsprogramme

Zwei herausragende Beispiele für die staatliche Unterstützung der reinen Elektro-Individualmobilität auf Batteriebasis und der Wasserstoffmobilität sind Frankreich (véhicules électriques) beziehungsweise Deutschland (H₂-Mobility). In beiden Fällen ist die Einführung von Elektrofahrzeugen in den Massenmarkt (BEVs

und FCVs), jedes unterstützt mit der dazugehörigen Infrastruktur, für 2020 vorgesehen. In beiden Fällen soll die Anzahl von 1 Million Fahrzeugen auf den Straßen bis 2020 erreicht oder sogar übertroffen werden.

¹⁸ Thomas CE., Fuel cell and battery electric vehicles compared, International Journal of Hydrogen Energy (2009), doi:10.1016/j.ijhydene.2009.06.003

¹⁹ M. Ball, M. Wietschel (editors), The Hydrogen Economy: Opportunities and Challenges, Cambridge, 2009

²⁰ C. Stiller, R. Wurster, Build-up strategies for a hydrogen supply and refuelling infrastructure including a comparative outlook on battery-electric vehicles and their infrastructure requirements, Proceedings of the 2. International Conference on Sustainable Automotive Technologies, Springer, 2010

8

Neue Mobilitätskonzepte benötigen neue Netzwerke für die Kraftstoffversorgung

Kundenbedürfnisse verlangen nach einer Vereinfachung der Anzahl und Art der angebotenen sauberen Kraftstoffe. Da Langzeitspeicherung erneuerbaren Stroms Wasserstoff impliziert, kann er eine herausragende Rolle in neuen Mobilitätskonzepten spielen, vor allem in der Koexistenz mit der Stromübertragung. Die benötigten Investitionen sind vergleichbar mit anderen weniger flexiblen Lösungen.

Kundenanforderungen

Die Infrastruktur für die Kraftstoffversorgung ist die Schnittstelle zum Kunden und muss in der Anwendung einfach, sicher und so günstig gelegen sein, dass die Kundenakzeptanz gewährleistet ist.

Schon heute ist zu erkennen, dass Nutzer von Energiedienstleistungen bevorzugt aus einer begrenzten Anzahl von Kraftstoffen definierter Qualität und Energieversorgern wählen wollen, genauso wie aus einer begrenzten Anzahl an Versorgungskanälen, um Logistik- und Infrastrukturanforderungen zu minimieren. Es ist jedoch so, dass Strom für Batterien und Wasserstoff für Brennstoffzellen sich ergänzende Mobilitätskonzepte versorgen und deswegen eine Koexistenz aus Sicht des Kunden vorteilhaft ist. Sowohl Strom als auch Wasserstoff haben eindeutig definierte Eigenschaften, sind beide effizient und einfach in der Anwendung und bieten Null-Emissions-Fähigkeiten beim Gebrauch und über die ganze Produktions- und Versorgungskette, wenn sie aus sauberen Primärenergiequellen stammen.

Produktion und Verteilung von Kraftstoffen für den Verkehr

Sowohl Wasserstoff als auch Strom können aus einer Bandbreite von Energierohstoffen produziert werden und können deshalb das aufkommende Ressourcenproblem, dem sich die erdöldominierte Mobilität gegenübersteht, abmildern. Darüber hinaus kann Wasserstoff relativ effizient zu und aus Strom gewandelt werden und dabei die Vernetzung der beiden Energieträger ermöglichen. Erneuerbarer Strom wird über bereits existierende oder verstärkte Stromleitungen verteilt. Wasserstoff kann auf jeder Stufe und in jeder Größenordnung aus erneuerbarem Strom produziert werden, von der zentralen Produktion im großen Umfang mit damit verbundenen Unterspeichermöglichkeiten bis zur bedarfsorientierten Erzeugung im kleinen Umfang an Tankstellen. Bereits existierende Gasleitungen können für den Wasserstofftransport verwendet werden, in vielen Fällen ohne dass große Veränderungen notwendig wären.

Laden / Tanken von Fahrzeugen

| | Ladestationen / Tankstellen | Ladezeit / Betankungszeit |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Batteriefahrzeug | Private Ladestellen | 8-10 Stunden – normale Langsamladung |
| | Öffentliche Ladestellen | 0,5-4 Stunden – Schnellladung |
| | Batterie-Wechselstationen | 3-15 Minuten – Batteriewechsel |
| Brennstoffzellenfahrzeug | Wasserstofftankstelle (öffentlich) | < 3-5 Minuten |

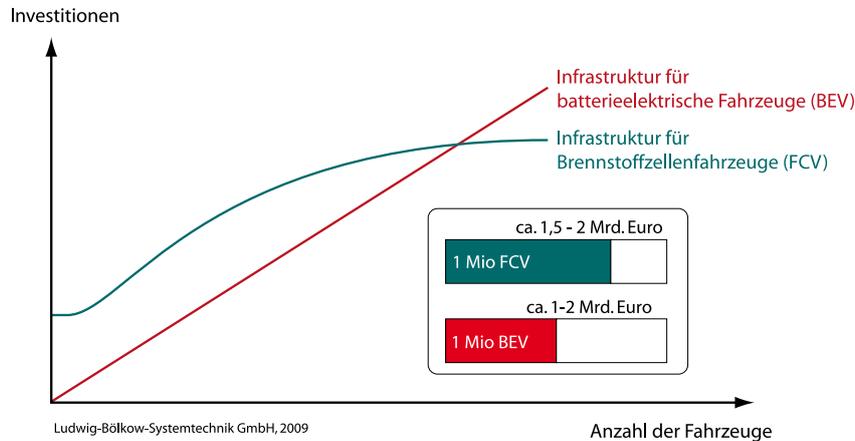
Im Gegensatz zu den Anforderungen an eine Infrastruktur für Wasserstofftankstellen kann anfänglich das Laden von BEV und Plug-in-Hybrid Fahrzeugen zu Hause oder auf Parkplätzen mit vergleichsweise einfachen Ladesäulen ermöglicht werden. Da der Fahrzeugbestand wächst, werden Schnelllade- oder Batteriewechselstationen für ein flächendeckendes Strom-Kraftstoff-Versorgungssystem unbedingt erforderlich werden.

Während der Wasserstoffbetankungsprozess typischerweise nicht länger als 3 Minuten dauert, wird elek-

trisches Tanken um einiges länger dauern (zwischen einigen Stunden bis zu mehreren 10 Minuten). Nur Batteriewechselstationen würden, wenn sie technisch und wirtschaftlich realisierbar wären, dies vermeiden helfen.

Tankstelleninfrastrukturkosten für Wasserstoff und für Batterieladung sind vergleichbar.

Die Kosten der Betankungsinfrastruktur für Wasserstoff und für Batterieladung sind vergleichbar



Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland

Eine erste Auswertung durch die Industrie hat gezeigt, dass der Aufbau einer flächendeckenden Tankstelleninfrastruktur mit 1.000 Wasserstofftankstellen (HRS) in Deutschland ungefähr 1,5-2 Milliarden Euro kosten würde. Solch eine Infrastruktur kann ungefähr 1 Million FCVs versorgen.

Die Kosten einer kleinen HRS, die ca. 1.000 Autos mit Kraftstoff versorgt, belaufen sich auf ca. 1,2-1,5 Mio. Euro. Für größere HRSs, die auf größere Fahrzeugflotten folgen und Kraftstoff für mindestens 5.000 Autos zur Verfügung stellen, belaufen sich die Kosten auf etwa 3,5 Mio. € für jede Station.^{19 20 21}

Aufbau einer elektrischen Ladeinfrastruktur in Deutschland

Der Aufbau einer Ladeinfrastruktur für ca. 1 Million Batterie-Elektrofahrzeuge (BEVs) würde zwischen einer und zwei Milliarden Euro kosten, abhängig vom Anteil an Schnellladestationen.

Da die Autostückzahlen noch weiter steigen werden, können die Investitionen in die Infrastruktur für BEVs

(fast proportionalen Anstieg mit der Zahl der BEVs) die Investitionen in die Wasserstoffinfrastruktur sogar übersteigen (unterproportionaler Anstieg mit der Anzahl der Fahrzeuge, sobald eine flächendeckende Infrastruktur errichtet ist).^{20 22}

Erforderliche Investitionen

Es ist offensichtlich so, dass die Schaffung einer neuen Infrastruktur für Endverbraucher nach einer bedeutenden Investition verlangt. Für Wasserstoff ist eine relativ hohe Vorab-Investition in eine Tankinfrastruktur zwingend notwendig, wohingegen im Falle der direkt mit Strom betankten Fahrzeuge diese umfangreichen Investitionen ein wenig aufgeschoben werden können, da Tankstellen zu Hause und langsame Ladestationen für den Anfang ausreichen könnten.

Sobald sich jedoch ein Massenmarkt etabliert, wird der wirtschaftliche Skalierungseffekt für die Wasserstoffinfrastruktur viel größer sein, und die spezifischen Wasserstoffinfrastrukturkosten können bei einem Marktvolumen von zwischen 1 und 10 Millionen Autos sogar unter die Kosten für die elek-

trische Ladeinfrastruktur fallen (vgl. Kasten „Betankungsinfrastrukturkosten“ oben).

In jedem Fall werden wir neue Infrastrukturen brauchen und beträchtlich investieren müssen, sobald wir flüssige Kohlenwasserstoffe als Fahrzeugkraftstoffe hinter uns lassen und zu Batteriefahrzeugen oder Wasserstofffahrzeugen wechseln. Diese Investitionen für eine Infrastruktur werden vergleichsweise geringfügig sein im Vergleich zu dem Aufwand, den Fahrzeugbestand zu entwickeln und zu beschaffen. Darüber hinaus sind auch die heutige Kraftstoffverteilung und das Tanken kapitalintensiv, und man wird einiges sparen, wenn man erst einmal aufhört, konventionelle Tankausrüstung zu modernisieren und zu ersetzen.



²¹ Jörg Wind, Elektrifizierung des Automobils, F-Cell Symposium. Stuttgart 29.09.2009

²² Ulrich Eberle, The Electrification of the Automobile - Fascinating Technologies vs. Technology Challenges, Hessisches Brennstoffzellenforum -9. November 2009, Darmstadt

Schlussfolgerungen

- Der bevorstehende Rückgang der Verfügbarkeit von fossilen Brennstoffen und der nicht nachhaltige Anstieg der CO₂-Emissionen sind eine Tatsache. Entwicklungs- und Investitionszyklen in Energie und Infrastruktur sind lang. Wir müssen jetzt handeln, um uns auf die bevorstehenden Veränderungen vorzubereiten.
- Erneuerbarer Strom wird eine bestimmende Rolle im Energiesektor und im Verkehr einnehmen, wohingegen Biobrenn- und- kraftstoffe nur eine begrenzte Rolle übernehmen.
- Handeln schließt die Anpassung elektrischer Netze und ihres Betriebsmanagements genauso mit ein wie die Vorbereitung der Einführung neuer Kraftstoffe für den Verkehrssektor.
- Strom muss durch einen Energieträger ergänzt werden, der gespeichert werden kann. Wasserstoff ist wegen seiner etablierten und effizienten Umwandlungseigenschaften zu und aus Strom der ideale Energieträger. Wasserstoff ist speicherbarer Strom.
- Wasserstoff wird den Weg zu neuen harmonisierten und wirtschaftlichen Strukturen und Märkten bereiten. Neue und verschiedenartige Akteure werden auftreten.
- Strom und Wasserstoff als führende neue Transportkraftstoffe werden die Elektrifizierung der Antriebe und den allmählichen Ersatz von Verbrennungsmotoren und konventionellen Kraftstoffen herbeiführen.
- Es besteht eine strategische Synergie zwischen der Notwendigkeit, die Rolle erneuerbarer Energiequellen im Primärenergiemix bedeutend zu steigern und dem Ziel, saubere klimaneutrale Energieträger in den Verkehrssektor einzuführen: Beide machen die Speicherung von „sauberer Energie“ notwendig. Diese Speicherfähigkeit über einige Tage und darüber hinaus kann am besten durch Wasserstoffspeicherung und Wasserstoffgebrauch erreicht werden.



- Entwicklungen im Energiesektor auf EU-, nationaler und regionaler Ebene brauchen eine koordinierte Herangehensweise. Saubere, urbane Mobilität kann z. B. nur dann geschaffen werden, wenn man sowohl den effizienten Gebrauch von Primärenergiequellen als auch die Anlieferung derselben an die Verwendungsstelle in Betracht zieht. Das schließt mit ein, dass Verkehrs- und Energiepolitik sich eng miteinander abstimmen müssen, um eine positive Wirkung von Anreizen, steuerlichen und finanziellen Maßnahmen zu gewährleisten.
- Die politisch gesteuerte und koordinierte Integration verschiedener sauberer Energietechnologien ist ausschlaggebend, um ineffiziente Lösungen zu vermeiden und industrielle Entwicklungsmöglichkeiten nicht zu verpassen.
- Horizontale Programmgestaltung zwischen europäischen Industrieinitiativen und dem Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking*, wie vom Europäischen Strategieplan für Energietechnologie (SET Plan) vorgeschlagen, sollte gemeinsame Energieproduktions- und Verteilungspfade im Hinblick auf Entwicklungen zum elektrischen Transport entwickeln.
- Die Schaffung einer europäischen Industrieinitiative zu effizienter elektrischer Mobilität, die Brennstoffzellen, Batterien und Hybridfahrzeuge im Rahmen einer gemeinsamen Zusammenarbeit zwischen FCH JU und der Green Car Initiative abdeckt, ist dringend erforderlich.
- Breit angelegte, offensive Informationsstrategie zu sauberen Transporttechnologien und deren Folgen für die Planung im Verkehrssektor und für die Infrastrukturentwicklung sollte ein integraler Bestandteil der neuen EU-Verkehrspolitik für 2010-2020 sein.

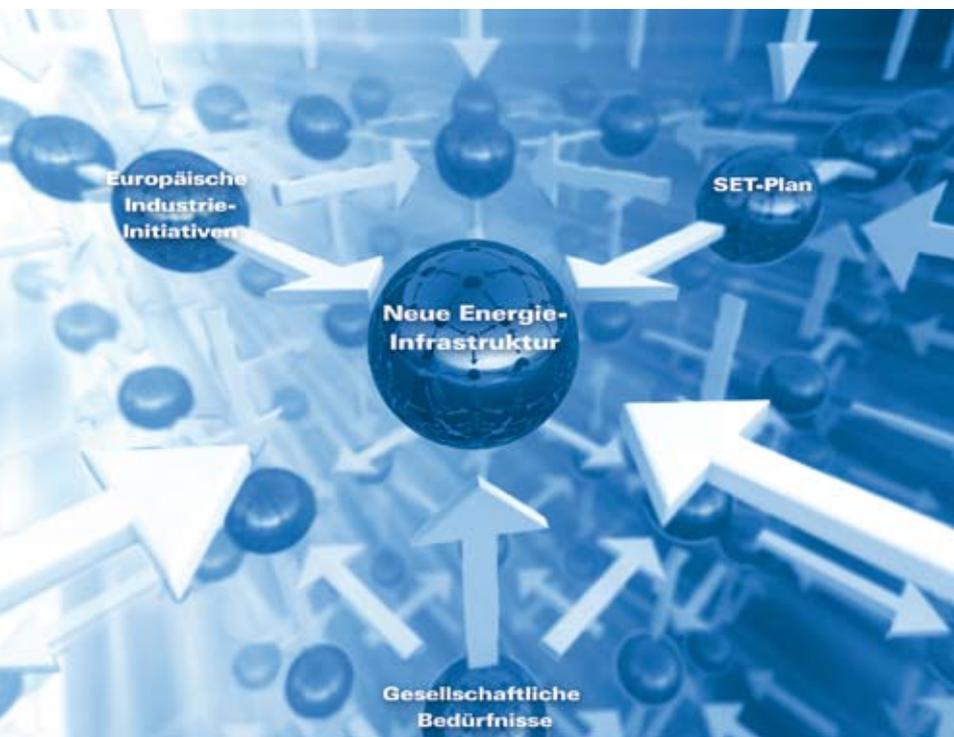
Über weitere Punkte sollte nachgedacht werden

EU-weite Informationskampagne für Verantwortliche in der öffentlichen Beschaffung über die Auswirkung elektrischer Mobilität auf die Anforderungen an eine Infrastruktur.

Standardisierung neuer Energieträger (Strom und Wasserstoff) zur Vorbereitung auf die Anforderungen an post-fossile Kraftstoffe.

Vorschläge für erforderliche Finanzierungsrahmen, Themen und Demonstrationsprogramme (Anforderungen aus der Politik, Dinge voranzutreiben, die der Markt nicht alleine zum Laufen bringt).

Die öffentliche Wahrnehmung schärfen, um einer sich ändernden Gesellschaft Orientierungshilfe zu geben. Planung eines neuen Transeuropäischen Netzwerks für Transport.



* Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU): Rechtsträger, in welchem sich Industrie, Forschung und die öffentliche Hand organisieren, um Brennstoffzellen und Wasserstoff gemeinsam zu erforschen und technisch zu realisieren

| | |
|------------------|--|
| BtL | Biomasseverflüssigung (Biomass-to-Liquids BtL) |
| BEV | Battery Electric Vehicle (Batterieelektrisches Fahrzeug) |
| BHKW | Blockheizkraftwerk |
| CGH ₂ | Druckwasserstoff |
| CO ₂ | Kohlendioxid |
| DWV | Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband (German Hydrogen and Fuel Cell Association) |
| e-Mobilität | Elektrische Mobilität (elektrischer Antrieb) |
| EC | Europäische Kommission |
| EHA | Europäischer Wasserstoffverband (European Hydrogen Association) |
| EIA | US-Behörde für Energieinformation (US Energy Information Administration) |
| EJ | Exa-Joule (10 ¹⁸ Joule) |
| FCV | Fuel Cell Vehicle (Brennstoffzellenfahrzeug) |
| HGÜ | Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung |
| HRS | Hydrogen Refuelling Station (Wasserstofftankstelle) |
| IEA | Internationale Energie Agentur |
| IEO | Internationaler Energieausblick (International Energy Outlook der IEA) |
| LBST | Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH |
| MPa | Mega-Pascal (= 10 bar) |
| Mtoe | Million Ton Oil Equivalent (1 Million Tonnen Ölequivalent) |
| N ₂ O | Distickstoffmonoxid |
| NG | Natural Gas (Erdgas) |
| Nm ³ | Standardkubikmeter (Normalkubikmeter) |
| PFCs | Perfluorocarbons (Perfluorierte Kohlenwasserstoffe) |
| PJ | Peta-Joule (= 10 ¹⁵ Joule) |
| PV | Fotovoltaik |
| THG | Treibhausgas (Emissionen) |
| WEO | Welt Energie Ausblick der IEA (World Energy Outlook) |



Der Deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband (DWV) unterstützt und bereitet die allgemeine Markteinführung von Wasserstoff als Energieträger und von Brennstoffzellen als effiziente Wandlungstechnologie vor.

Der DWV bringt die Interessensgruppen (Firmen, Institute, Privatpersonen) zusammen, informiert sie regelmäßig, unterrichtet die Öffentlichkeit sowie die Entscheidungsträger in Wirtschaft und Politik und berät den Regelwerks- und Normungsprozess. Kurz gesagt: der DWV ist die deutsche Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Lobby.

Der DWV kooperiert eng mit dem Europäischen Wasserstoff-Verband und anderen nationalen Partnerorganisationen weltweit.

Link: www.H2DE.org



Im Jahr 2000 haben fünf nationale Wasserstofforganisationen den Europäischen Wasserstoff-Verband (EHA) gegründet und eine enge Zusammenarbeit begonnen mit dem Ziel, Wasserstoff als Energieträger in Europa voranzubringen. Im Jahr 2005 sind wichtige europäische Industrieunternehmen dem EHA beigetreten, die an der Entwicklung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien arbeiten. Sie verstärken dadurch die Bemühungen, einen kommerziell tragfähigen Markt für stationäre und Verkehrsanwendungen zu schaffen und eine Rolle als Marktführer im europäischen Wasserstoff- und Brennstoffzellensektor zu übernehmen.

Im Jahr 2005 hat der EHA sein Büro in Brüssel eröffnet und sich in relativ kurzer Zeit als ein aktiver und angesehener Ansprechpartner für europäische Institutionen etabliert. Der EHA repräsentiert gegenwärtig 14 nationale Wasserstoff- und Brennstoffzellenorganisationen und die wichtigsten europäischen Firmen, die auf dem Gebiet der Wasserstoffinfrastrukturentwicklung tätig sind.

Die einzigartige Mitgliederstruktur hat es dem EHA ermöglicht, einen direkten Einblick in nationale und lokale Entwicklungen zu gewinnen und wichtige Sachverhalte bzgl. industrieller und regelwerksspezifischer Erfordernisse an Entscheidungsträger in Schlüsselpositionen bei der EU zu kommunizieren. Durch die aktive Teilnahme an wichtigen Sitzungen der Kommission, des Europaparlaments und anderer europäischer Organisationen hat der EHA es geschafft, bei wichtigen Entscheidungsträgern in der Brüsseler EU-Politik eine bessere Wahrnehmung des Beitrags zu erreichen, den die Nutzung von Wasserstoff und Brennstoffzellen ermöglichen. Zusätzlich unterstützt und befördert der EHA zusammen mit den nationalen Mitgliedsverbänden wichtige Entwicklungen in europäischen Regionen und Gemeinden.

Link: www.H2EURO.org



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) ist ein führendes europäisches Technologie- und Strategieberatungsunternehmen auf den Gebieten nachhaltiger Entwicklung, Energie, Ressourcen und Verkehr.

Seit 1982 berät LBST führende nationale und internationale Firmen, politische Organe sowie andere gesellschaftliche Akteure in der Analyse und Realisierung nachhaltiger Strukturen, Produkte und Dienstleistungen.

Link: www.LBST.de



Auf Basis langjähriger und themenbezogener Industrieerfahrung auf dem Gebiet innovativer Technologien, Innovations-Management und -Strategie ist flow-advice bei Lösungen für den Einsatz erneuerbarer Energien und der dazu notwendigen Infrastruktur beratend und ausführend tätig. Die Firma hat Büros in München und Wiesbaden.

Link: www.flow-advice.de



Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWV)
German Hydrogen and Fuel Cell Association

Unter den Eichen 87
12205 Berlin
Deutschland

Telefon +49 30 398 209 946-0
Fax +49 30 398 209 946-9

E-Mail H2@H2DE.org
Internet www.H2DE.org



European Hydrogen Association
(EHA)

Avenue des Arts 3/4/5
1210 Brussels
Belgium

Telefon +32 2 7632561
Fax +32 2 7725044

E-Mail info@H2EURO.org
Internet www.H2EURO.org