

## **Blickpunkt Lkw - was ist mit dem Wirtschaftsverkehr?**

**Vortrag im Rahmen des 25. VSVI-Verkehrssymposium**

**Hambacher Schloss / Neustadt an der Weinstraße**

**am 17. November 2017**

Die Geschichte der Verkehrspolitik in Deutschland ist eine Geschichte der halbherzigen Volkserziehung durch Sätze wie "Vorrang für den ÖPNV" und "Mehr Güter auf die Bahn", die insgesamt ihr Ziel nicht erreicht hat. Mit dieser Feststellung soll weder angedeutet werden, dass mit einer engagierteren Umerziehung die Ziele erreicht worden wären noch dass staatliche Interventionen zur Mobilitätsbeeinflussung unzulässig wären. Natürlich kann und muss der Staat Einfluss nehmen, er tut es ja durch jede Investitions- und Steuerentscheidung. In Frage gestellt werden soll hier allein die Eignung der angewandten politischen Instrumente.

Am Ende einer Phase seit ca. 1840, als die Bahn ein nahezu konkurrenzloses Verkehrsmittel war, begann seit den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts eine ambivalente staatliche Politik: Einerseits wurde das Straßennetz massiv ausgebaut, andererseits wollte man die Bahn vor der Straßen-Konkurrenz schützen - ein Unterfangen, das zunehmend erfolgloser wurde. Schon ab Mitte der 20 Jahre klagte die DRB über ihre Konkurrenten im Personenverkehr (Privat PKW und Omnibusse) und vor allem im Güterverkehr. Ab 1928 erreichte die Bahn Zuwächse nur noch im Massenverkehr. "Höher tarifierte Güter (insbesondere Stückgüter) gingen dagegen an den Lkw verloren." (<https://d-nb.info/1068154357/34>)

In den 80er Jahren schliesslich wurde die direkte Staatsbahn formal ad acta gelegt, die EWG und spätere EU wollten den freien Wettbewerb, und spätestens nach dem Fall der Mauer und der Ausdehnung der EU nach Osteuropa explodierte der Lkw-Verkehr.

Die im Jahresbericht der DRB von 1928 beschriebene Situation (- nur noch Massenverkehr, Stückgut und alle höherwertigen Waren per LKW) ist im Grunde auch die heutige Situation, weshalb wir die vergangenen 90 Jahre Verkehrspolitik überspringen können.

### Heutige Herausforderungen

Warum sprechen wir über andere Antriebe, sogar über die Notwendigkeit gänzlich anderer Lösungen für den Güterverkehr? Seit Jahrzehnten sind es die gleichen beiden Themen, nämlich die lokal gesundheitsschädlichen Schadstoffemissionen und die globale Treibhausgasemissionen.

Bei den lokalen Emissionen variiert der Fokus, nach einem Schwerpunkt auf Feinstaub sind seit einigen Jahren die Stickoxide im Vordergrund. In beiden Fällen richtet sich die Hauptkritik gegen den Dieselmotor; nachdem sich die Rußfilter-Technik ab ca. 2005 durchgesetzt hat und seit zwei Jahren die Hersteller-Manipulationen an den Euro-5- und -6-Pkw ans Tageslicht kamen, diskutiert man zur Zeit überwiegend um die gesundheitsschädliche Wirkung des NO<sub>2</sub>. Als kritisch gelten Stadtverkehrslagen mit hohem Verkehrsaufkommen und geschlossener Bebauung, in vielen Großstädte gibt einige Einfallstrassen, auf denen die Grenzwerte der Richtlinie 2008/50/EG bzw. 39. BImSchV vom 02.08.2010 berschritten werden.

Neben der lokalen Immission sind die Beiträge der Stickoxide zur Bildung des bodennahen Ozons - besonders im Sommer - von Bedeutung. Ergänzend sei ebenfalls erinnert an das Göteborg-Protokoll von 1999 betreffend die Verringerung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon, das im Rahmen der UN-ECE beschlossen wurde. (Die Emissionen Deutschlands für NO<sub>x</sub> überschreiten die Zusagen des "National Emission Ceiling (NEC).")

Da nun der Güterverkehr auf der Strasse fast ausschliesslich mit Dieselmotoren betrieben wird, und der Strassenverkehr der dominierende Verkehrsträger ist, stellt der NOx-Ausstoss des Güterverkehrs ein Problem dar.

Der zweite Problemkreis ist der Klimawandel, an dem anthropogene Emissionen beteiligt sind (CO<sub>2</sub>-Anteil davon in Deutschland 85 Prozent). An dem CO<sub>2</sub> wiederum ist der Verkehr in Deutschland mit 21,5 Prozent beiträgt, der Strassenverkehr mit 18 Prozent (- der niedrige Anteil von Luft- und Schifffahrt resultiert daraus, dass die Bilanz nur innerhalb der Landesgrenzen zählt). Innerhalb der 18 Prozent des Strassenverkehrs hat der Personenverkehr den höheren Anteil von 12,1 und der Strassen-Güterverkehr wird auf 5,6 Prozent berechnet (UBA-Angaben für 2015). An dem auf etwa 50 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-äquiv geschätzten weltweiten jährlichen Ausstoss ist Deutschland mit rd. 900 Mio., der deutsche Strassenverkehr mit 150 Mio. Tonnen, der Strassengüterverkehr mit rd. 45 Mio. Tonnen beteiligt, global gesehen sind das weniger als 0,1 Prozent.

Über Lösungen für einen klimaverträglichen Güterverkehr zu sprechen macht nur Sinn, wenn dies gleichzeitig Lösungen für den globalen Güterverkehr sind. Dort werden die Schiffsverkehr mit rd. 1.000 Mt und die Luftfahrt mit der gleichen Grössenordnung bisher ausserhalb der nationalen Emissioneregister geführt. (Zur Einordnung: In dieser Grössenordnung liegt auch das heutige deutsche CO<sub>2</sub>-Emissions-Volumen.)

#### Einige Daten zum Strassengüterverkehr

Güterverkehr ist ein hoch ausdifferenziertes Feld, in Tonnenkilometern dominiert der Fernverkehr (192 Mrd. tkm), dann der Regionalverkehr mit 31,6 und der Nahverkehr mit 31,6 Mrd. tkm. Der Verkehrsaufwand (- früher sagte man dazu Verkehrsleistung, der sprachliche Wandel soll den dienenden Charakter betonen) nimmt im langjährigen Mittel stetig zu, trotz aller politischen Beteuerungen und Eingriffe. Fast unnötig zu sagen, dass die Szenario-Planungen für die BVWP meist von der Realität überholt wurden.

Prognos wagte im Auftrag des BMV 2007 eine Prognose bis 2050 und meinte, dass sich das Güterverkehrsaufkommen um rd. 50% erhöhen sowie der Güterverkehrsaufwand verdoppeln würde. Weil die grundsätzlichen Annahmen bzgl. Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum sowie der Waren sich nicht abseits vom Trend, sondern eher noch diesen verstärkend entwickelt haben, dürfte heute dieses Szenario noch gelten.

“Güter gehören auf die Bahn”, den Satz kennt man seit 1967 von damaligen Verkehrsminister Leber. Das Kernproblem der damaligen Verlagerungs-Kampagnen gilt immer noch, dass bei dem Umladen zwischen für den Vor- und Nachlauf auf der Strasse unvermeidlichen Lkw Zeitverluste und Zusatzkosten verursachen. Wie diese Nachteile ausgeglichen werden können, ist im Einzelfall zu klären.

Mit der der Öffnung der Grenzen nach Osten und der EU-Integration sanken die Personalkosten, und heute transportieren auf deutschen Strassen im Fernverkehr fast ebenso viele ausländische Lkw (ca. 186 Mrd. tkm) wie inländische Lkw (ca. 193 Mrd. tkm). Das bedeutet: Alles Lösungen, die hier in Deutschland entwickelt werden, müssen EU-weit eingeführt werden.

Am unteren Ende des Güterverkehrs-Spektrums, bei den boomenden KEP-Diensten (Kurier-, Express- und Paketdienste) gibt es statistisch Überschneidungen mit dem Pkw-Verkehr, weil ein Teil der Fahrzeuge der Sprinter-Kategorie als Pkw zugelassen ist. Der Umfang dieser Dienste - und damit deren Verkehrsaufwand - wächst jährlich mit mehr als 10 Prozent. Die vor rd. 20 Jahren vorhandene Hoffnung, dass durch E-Commerce Potenziale eine Reduzierung der Zahl der Einkaufsfahrten im Personenindividualverkehr bewirkt würde, hat noch niemand beweisen können.

Vom allgemeinen Thema “Schadstoff- und Treibhausgas-Emissionen“ einmal abgesehen: Es wird über die KEP-Dienste im Innenstadtverkehr geklagt, weil sie mit dem Parken in der zweiten Reihe den Verkehr stören und gefährden, im Verteiler- und auch Fernverkehr sind diese Modelle überproportional oft an Unfällen beteiligt.

Etwa gleiche Fahrzeugtypen, aber gänzlich andere Nutzungsstrukturen zeigt der Personenwirtschaftsverkehr der Handwerker und anderer Dienstleister, die Werkzeuge und Materialien – also Güter - mitführen. Dort gibt es mit der Nutzung von Lieferfahrrädern als auch mit Elektrofahrzeugen Ansätze zur Ökologisierung, das sind jedoch bisher Großstadtphänomene und der Umfang des Segments ist – insbesondere gemessen in Fahrzeugkilometern - klein.

Mit dem kleinen Überblick wird deutlich, dass der Strassengüterverkehr überaus stark ausdifferenziert ist, in - für die Klimaschutz-Diskussion wichtigen - Zahlen ausgedrückt: Die Transporteffizienz schwank zwischen 0,8 und 26 tkm für 1 kg CO<sub>2</sub>. (Das sind Zahlen von 2004, Im Grundsatz dürfte das auch heute gelten.)

#### Politische Vorgaben

Von den populären Theorie-Ansätzen zu Nachhaltiger Mobilität (- Vermeiden, Verlagern, technisch Verbessern) soll hier die letztgenannte Option vertieft betrachtet werden. Die Vermeidungs- und Verlagerungsansätze - bei letzterem geht es hauptsächlich um das o. g. "Güter auf die Schiene statt per Lkw" - haben sich nur in wenigen Fällen realisieren lassen; in den Verkehrs-Statistiken ist keine Trendwende sichtbar, nach wie vor expandiert der Strassentransport, und der Schienenverkehr stagniert.

Also gilt es, die technischen Verbesserungspotentiale zu nutzen: Von den beiden genannten Emissionsproblemen NO<sub>x</sub> und CO<sub>2</sub> ist das NO<sub>x</sub>-Problem kosteneffizient mit Abgasnachbehandlung bei Dieselmotoren lösbar. Hier geht es um strikte gesetzliche Vorgaben und Kontrollen, durch SCR-Technologie mit Harnstoff ("AdBlue") im Umfang von einem Liter (Tankstellenpreis heute: rd. 50 Cents) auf 50 Liter Diesel-Kraftstoff werden NO<sub>x</sub>-Emissionen praktisch auf Null reduziert.

Weniger einfach ist die Lösung des CO<sub>2</sub>-Problems. Die Vorgaben durch die Bundesregierung verlangen nichts weniger als eine vollständige Abkehr von den fossilen Energieträgern bis 2050, also innerhalb der nächsten 33 Jahre. (Das wurde im Kern allerdings auch schon vor dem Jahr 2000 politisch gefordert, damals erschien der Prozess über eine Laufzeit von 50 Jahren eher machbar.) Die Verteilung der CO<sub>2</sub>-Minderungsziele auf die einzelnen Sektoren ist für Deutschland relativ neu (seitens der Bundesregierung 2016). Nach jetzigem Stand soll der Verkehrsbereich 40 bis 42 Prozent weniger emittieren als 1990; das bedeutet gegenüber dem heutigen Stand eine fast ebenso hohe Reduktionsanforderung, weil die Verkehrs-Emissionen 2016 etwa gleich denjenigen von 1990 sind. „Schuld“ daran ist insbesondere der Strassengüterverkehr.

#### Technische Optionen: kurz-, mittel-, langfristig

##### Kurzfristig (d. h. 2020): Hybrid

Nicht nur die Emissionsanforderungen für 2020 sind andere als die für 2030 und 2050, sondern auch die technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten. Aus heutiger Sicht sind Hybrid-Antriebe für alle Transportanwendungen sinnvoll, die nennenswerte Anteile an instationären Fahrzeugbewegungen haben, also vor allem der Stadtverkehr. Verbrennungsmotoren haben ihre optimalen Wirkungsgrade in einem relativ kleinem Last-Drehzahl-Bereich (- bei Dieselmotoren ist der Bereich grösser als bei Ottomotoren), sodass die Motoren im Idealfall bei hoher Last und mittlerer Drehzahl laufen sollten. Für Stop-and-Go-Verkehr ist der elektrische Antrieb vorteilhaft, der aus Batterien versorgt wird. (Die Bezeichnung Batterien wird generell verwendet, obwohl es sich bei allen nachladbaren Speichern um Akkumulatoren handelt.)

Je nach der Kapazität der Batterien und damit dem Umfang des elektrischen Betriebes unterscheidet man den milden, den Mittel- und den Voll-Hybrid, ersterer geht kaum über das Anfahren und Rollen mit 20 km/h hinaus. Dazu reicht - je nach Fzg.-Masse - ein 2- bis 5-kW-Elektromotor. Es könnte auch vorteilhaft sein, den E-Motor zur Unterstützung bei innerörtlichen

Beschleunigungsvorgängen zu nutzen, denn bei diesen Lastzuständen entstehen im Diesel-Brennraum viele Stickoxide.

Als mittlerer Hybrid wird das Konzept bezeichnet, mit welchem im innerstädtischen Verkehr beispielsweise 40 km zurückgelegt werden können, der Stadtverkehr erfordert dafür bei Pkw oder Lieferwagen einen 15-kW-Elektromotor. Die meisten Fahrkilometer im Autoleben dürften dennoch weiterhin mit dem Verbrennungsmotor absolviert werden, weshalb dessen Leistung auch mehrfach höher als diejenige des E-Motors ist. (Anm.: Eine besondere Rolle spielt bei Pkw das Testverfahren für die CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte. Durch geschickte Ausstattung kann dann eine Limousine wie der Porsche Panamera mit einem Normverbrauch 1,7 Liter je 100 km beworben werden; mit der Batterie lässt sich gerade der Stadtteil des Zyklus durchfahren.)

Dagegen ist das Konzept Voll-Hybrid ein Batterieauto mit einem Verbrennungsmotor als „*range extender*“, der vom Hubraum und der Leistung her kleiner ausgelegt ist als sonst für die entsprechende Fahrzeugkategorie üblich, es sichert die gelegentliche Überwindung grosser Distanzen mit (bei Pkw) 100 bis 120 km/h und lädt die Batterie *etwas* auf. Die umfassende Energiezufuhr würde beim Vollhybrid aus dem Netz kommen, daher der Name Plug-In Hybrid. Unklar ist, wie weit sich im mittleren Hybrid (- dem mit Stadtverkehrs-Kapazität 40 km) das Plug-In technisch und schliesslich in der Anwendung im Alltag durchsetzen wird.

Die Hybrid-Busse und -Nutzfahrzeuge, die im Moment auf dem Markt sind, gehören zu der Mild-bis-mittel-Kategorie, beispielsweise der Volvo-Hybrid-Bus mit einer Batterie von nur 1,2 kWh und einem E-Motor mit einer Spitzenleistung von 120 kW – zum Anfahren und Beschleunigen reicht es, dann muss die Batterie vom Motor oder durch Bremsen nachgeladen werden. Die meistverkauften Busse des chinesischen Herstellers SunLong integrieren einen noch kleineren 26-kW-E-Motor (Peak-Leistung 40kW) und versprechen eine Energieeinsparung von 35 %. (Siehe <http://en.sunlongbus.com/www/product/2017-6-15/1469.html#>.)

Der Grad der „Hybridisierung“, also des Anteils des möglichen elektrischen Fahrbetriebs) ist für den Namen „Hybrid-Antrieb“ also nicht definiert. Ähnlich wie oben für den Porsche beschrieben, gilt „Hybrid“ als Schlüssel zu Subventionen. In Fernost werden Hybrid-Busse als „eco-friendly“ vertrieben, die neben den kleinen Elektro-Anfahrhilfen als Hauptaggregat noch Euro-III-Dieselmotoren ohne Rußfilter haben.

(Anm.: Eine Konzeption genannt „Mikro-Hybrid“, bei der nur etwas Bremsenergie zurückgewonnen und über eine etwas grösser als normal ausgelegte Batterie zur Versorgung von Nicht-Antriebsfunktionen genutzt wird, gehört nicht zu den Hybriden Antrieben.)

Mit der technischen Beschreibung wird auch dem Laien klar, dass diese Fahrzeug in der Herstellung höhere Kosten haben als konventionelle Verbrenner. Die Kosten variieren dann noch je nach Hybrid-Konzeption, ob serieller oder paralleler Betrieb, beim seriellen würde der Betrieb immer über die E-Motor laufen und das herkömmliche Getriebe könnte entfallen. Wieviel CO<sub>2</sub>-Einsparung der Voll- und Plug-In Hybrid (- in der internationalen Literatur als PHEV bezeichnet) gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor ermöglicht, ist wesentlich von der Disziplin der Nutzer abhängig, damit ist hier der Umfang der Netz-Energie-Nutzung gegenüber dem Verbrennungsmotor gemeint.

Mittelfristig (2030): Batteriefahrzeuge für leichte und mittlere LKW im Kurzstreckenverkehr

Unter den unübersichtlich reichlichen Zielerklärungen zum sog. Klimaschutz ist der 2016 vom Bundeskabinett verabschiedete "Klimaschutzplan 2050" für den Verkehrssektor wichtig, weil dort Sektorziele für 2030 genannt werden. Bis 2030 sollen die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen – wie oben schon gesagt - um "40 bis 42 Prozent" abnehmen. Da die Zahlen für 1990 etwa die gleichen sind wie heute, bedeutet das: Der Verkehrssektor soll in den kommenden 13 Jahren CO<sub>2</sub> um 40 Prozent zu verringern.

Im Klimaschutzplan steht dazu: "Die Elektromobilität bietet die Chance, im Bereich des Individualverkehrs die Energiewende zu schaffen." Mit "Energiewende" ist bisher der Übergang zu kohlenstofffreien oder kohlenstoffarmen Energieträgern gemeint, der Begriff soll auf alle Energienutzungen ausgedehnt werden, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu senken, also auch beim Heizen und in der Industrie. Weniger im Fokus steht bei „Energiewende“ der Energieverbrauch; man kann an den Szenariografiken sehen, dass die Abkehr von den Fossilen und der Straßenverkehr mit Strom insgesamt den Energieverbrauch erhöht. (Ob es in der Zukunft so viel „überschüssigen“ Strom aus regenerativer Erzeugung geben wird, dass deren Kosten keine Rolle spielen, sei dahin gestellt.)

In anderen Ländern, insbesondere in China, ist die Verbesserung der städtischen Luftqualität ein mindestens ebenso wichtiges Ziel wie die Arbeit an der CO<sub>2</sub>-Reduzierung, das gilt auch für andere asiatische Länder bzw. deren Metropolen (Manila, Bangkok, Jakarta). In diesen Ländern kommt der Strom überwiegend aus Kohle- und Schwerölkraftwerken sowie grossen Dieselgeneratoren mit entsprechend schlechten Emissionsfaktoren (CO<sub>2</sub> pro kWh), damit kann - ohne Herstellung - der reine Betrieb eines Pkw auf 200 bis 300 g CO<sub>2</sub> je km kommen (- letzterer Wert für Indien). Entsprechendes gilt für Deutschland nicht, dort ist heute bei kleinen Pkw mit CO<sub>2</sub>-Werten unter 100 g/km für Strom aus dem Netz zu rechnen. 2030 wird der E-Faktor für Strom im Netz-Mix weiter abgesunken sein.

Eine Beschränkung des Batteriebetriebes auf Kurzstreckenverkehr ist nach meiner Ansicht notwendig, denn Gewicht und Kosten für Batterien werden auch in 10 oder 15 Jahren noch wichtige Faktoren sein. Die Kosten für Batterien steigen linear mit der Speicherkapazität, die Entwickler streben einen Wert von 150 € je kWh an und meinen, damit wettbewerbsfähige Pkw herstellen zu können. Ein E-Pkw wie der Nissan Leaf hat 24 oder 30 kWh, die Kosten müssten noch halbiert werden, das Gewicht von rd. 200 kg dürfte sich nicht mehr ändern. Auch der Street-Scoter, den die Post zusammen mit der RWTH Aachen entwickelt hat, weist eine 30-kWh-Batterie auf, das Fahrzeug ist recht leicht und für eine Reichweite von 80 km ausgelegt.

Um einen voll beladener Sprinter mit 4 Tonnen Masse nach heutigem Anspruch zu bewegen, zB in den KEP-Diensten zu bewegen, müsste die Batterie mehr als doppelt so viel kWh speichern, mit linearer Erhöhung der Kosten wird das ein Problem. Der Iveco Daily Electric wird mit einem, zwei oder drei Batteriemodulen angeboten, der Preis bereits mit einem liegt bei 70.000 €.

Bei Verbrennungsmotoren mit Tank sind die Zusatzkosten für mehr Leistung und mehr Reichweite unerheblich, weshalb die Nutzfahrzeuge in diesem Segment so billig sind. Wie hoch im Bereich der mittelschweren Fahrzeuge bis 7,5 Tonnen die Elektrifizierung über Batterien noch kostenmässig sinnvoll ist, bleibt abzuwarten. In volkswirtschaftlicher Sicht wird man die Minderungskosten je reduzierter Menge CO<sub>2</sub> anschauen müssen, und bei Batteriefahrzeugen kommt man aus heutiger Sicht auf mehr als 1.000 € je Tonne.

Staatliche Subventionen und Vergünstigungen können nur vorübergehende Anreize zu einem zügigeren Einstieg in eine andere Technologie sein, bis diese ihren Markt gefunden hat. Wenn auf Dauer E-Fahrzeuge bevorzugt würden, würde das den Wettbewerb mit den Alternativen (Schienenverkehr) verzerren. Die bisherigen Subventionen für die Beschaffung sind das Eine, die Befreiung von der Kfz.-Steuer sowie die je Energieeinheit niedrigere Besteuerung von Strom

gegenüber Kraftstoffen ein weiteres Problem: Beide Steuern erbringen heute 33 Mrd. € p.a., und diese Einnahmen werden beispielsweise für den Strassenunterhalt gebraucht. Die Kalkulationen werden bei einem breiten Umschauung zur E-Mobilität anders aussehen, als sie heute werbend gezeigt werden.

Für die Förderung der sog. Elektromobilität (hier: der Batterieautos) hat der Bund rechtliche Sonderheiten eingeführt. Im Führerscheinsrecht wurde eine Ausnahme für elektrisch betriebene Fahrzeuge der Klasse N2 geschaffen: Aufgrund des höheren Gewichts mit Batterien dürfen diese bei einem Gesamtgewicht bis maximal 4,25 t mit Pkw-Führerscheinen (Klasse B) gefahren werden. Für diese Fahrzeuge gibt es per Elektromobilitätsgesetz (EmoG) seit 2015 ferner Vorrechte, die von Kommunen straßenverkehrsrechtlich umgesetzt werden können: Länder bzw. Kommunen können besondere Parkflächen für E-Fahrzeuge reservieren, diese von Parkgebühren befreien, Sonderspuren nutzen lassen usw. (Das ist auch für E-Pkw gedacht - wenn eine Reihe derer Busspuren benutzen darf, könnte es Konflikte geben.)

#### Schwere Fahrzeuge im Kurzstreckenverkehr

Wesentliche Versorgungsleistungen in den Ballungsräumen werden heute von schweren Lkw erbracht, oft dreiachsige 25-Tonner als Einzelfahrzeug oder mit Sattelaufleger. Die Aldi-, Lidl- und EDEKA-Märkte werden mit diesen großen Einheiten versorgt und in einem langen Tagesablauf angefahren, die Waren werden von einem Verteilzentrum irgendwo an der Autobahn geholt. Daimler Benz hat für diese Nutzungen einen Elektro-Lkw-Modell vorgestellt, das mit 1,7 Tonnen Batteriespeicher arbeitet und damit 200 km zurücklegen kann. Um nicht in entsprechendem Umfang in der Nutzlast beschränkt zu sein, werden höhere Achslasten, d. h. Gesamtgewichte zugelassen. Dies ist ein weiteres Feld für Unterstützungen durch den Gesetzgeber. (Die höheren Gewichte auf der Strasse und die steuerlichen Entlastungen fallen hier als Zielkonflikte deutlich auf.)

#### Optionen für den Güterfernverkehr

Der entscheidende Teil des Energieverbrauches und der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Güterverkehrs entfällt auf den Fernverkehr. Die Autoren der Studie für das Umweltministerium "Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050" (Entwurf vom 24.03.2016) gehen davon aus, dass bis 2050 unter Trendbedingungen der Güterverkehrsaufwand in tkm um 73% zunehmen wird, unter einem Klimaschutzszenario nur leicht geringer steigt. Klimaschutz heisst hier also nicht: Verkehrsaufwand reduzieren, vielmehr sollen Waren teils auf die Schiene verlagert, vor allem aber mit Strom auf der Strasse transportiert werden. Die Treibhausgasemissionen sollen ja im Klimaschutzfall um 99% abnehmen. Wie das im Einzelnen geschehen soll, kann hier nicht vertieft werden, Details sind erhältlich in [http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz\\_3712\\_45\\_100\\_klimaschutzbeitrag\\_2050\\_entwurf\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3712_45_100_klimaschutzbeitrag_2050_entwurf_bf.pdf).)

Welche Technologien könnten nun aus heutiger Sicht im Güterfernverkehr mittelfristig (bis 2030) und langfristig eine Rolle spielen? Alle Überlegungen gehen davon aus, dass Strom aus regenerativen Quellen (Wind, Solar, etwas Biomasse) in genügendem Umfang zur Verfügung steht, und die fossilen Energieträger zügig ersetzen. Der vor einigen Jahrzehnten noch so forcierte Biodiesel (Öl zB aus Raps) spielt keine Rolle in den Überlegungen, auch nicht der Ethylalkohol (E100 etc). Wenn Verbrennungsmotoren noch genutzt werden sollten, dann werden die Kraftstoffe aus Wasser per Elektrolyse über den Zwischenschritt Wasserstoff zu beispielsweise Methanol oder längerkettigen Stoffen synthetisiert.

Der Verbleib von Verbrennungsmotoren ist jedoch nicht die erste Wahl, interessanter scheint der Elektroantrieb per Brennstoffzelle (Wasserstoff-FC oder Methanol-FC). Favorit ist in der genannten Studie für die Fernverkehrs-Lkw der Oberleitungsbetrieb, für den ein insgesamt geringerer Strombedarf als bei dem Synthesekraftstoff-Verbrennungsmotor-Option errechnet wurde. Die Lkw docken sich nach dem Auffahren auf die Autobahn an die Oberleitung ab, bis dorthin geht mit Strom aus der Batterie. Dagegen liest man allerdings in der INFRAS-Studie von 2016 zum

Oberleitungsbau, dass dessen „Ökonomische Effizienz fraglich“ sei, man solle mehr auf die Schiene setzen.

#### Schlussbemerkung

Die CO<sub>2</sub>-Minderungsziele 2030 im Verkehrsbereich werden allgemein als „ambitioniert“ bezeichnet, ich halte sie für illusionär. Eine Senkung um 40 Prozent durch Elektro-Antrieb im Kurz- und Mittelstreckentransport setzt ja voraus, dass nahezu alle Fahrzeug elektrisch fahren, denn die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren im Strommix betragen ja nicht Null. Die für eine solche Umstrukturierung erforderlichen organisatorischen, technischen, betriebswirtschaftlichen, volkswirtschaftlichen und infrastrukturellen Maßnahmen halte ich innerhalb von 13 Jahren für nicht leistbar.

Was bis 2050 möglich ist, lässt sich heute nicht überschauen.

Die Hoffnungen auf erhebliche Verlagerungen auf die Eisenbahn werden seit Jahrzehnten hochgehalten. Bereits in den 70ern und 80ern rechnete man optimistische Szenarien in der BVWP (- ab 1987 auch mit Blick auf Klimaschutz), dass die erwarteten zusätzlichen Tonnenkilometer von der Schiene übernommen würden. Betrachtet man die vergangenen Jahrzehnte, so hat die Schiene die Verkehrsleistung absolut gehalten, allenfalls sehr leicht zugelegt, mehr nicht. Der wesentliche Transportzuwachs geschah auf der Strasse.

Wie jetzt plötzlich eine Wende zu einem Bahnbetrieb gelingen soll, der die für Stückgut, für hochwertige Güter, für flexible Anforderungen notwendigen Leistungen anbietet, ist nicht klar. Eine solche zügige Wende ist um so mehr fraglich, als die Infrastruktur bereits für den jetzigen Betrieb als überaltert und unzuverlässig bezeichnet werden muss. Es gibt eine erhebliche Diskrepanz zwischen den Vorstellungen in den Papieren zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung und den realen Planungen.

Die Bedeutung des Klimaschutzes ist sehr hoch in Politik und Gesellschaft, vor allem auch in den Medien, aber dass eine Reduzierung der Verkehrs-CO<sub>2</sub> um 40 Prozent in den kommenden 13 Jahren sehr teuer werden würde, wird kaum diskutiert. Sicherlich könnten den Betrieben aus Öffentlichen Haushalten die Zusatzkosten für Batteriefahrzeuge erstattet werden, aber die Haushaltsplanung sieht die für 2,5 Mio. leichte bis mittlere Nutzfahrzeuge erforderlichen 10 bis 25 Mrd. € nicht vor. (Optimistische Annahme: Mehrkosten 4.000 bis 10.000 pro Fahrzeug.) Die überall propagierten Einsparungen im Betrieb unterstellen Freiheit von der Kfz.-Steuer, Energiepreise ohne Belastungen wie Mineralölsteuer, also Wegfall von Steuereinnahmen, die gegenwärtig für den Strassenunterhalt gebraucht werden.

Das wäre sicherlich möglich, würde aber erhebliche Ausgabenumschichtungen erfordern.

Das wirft dann die Frage nach den spezifischen Kosten für die CO<sub>2</sub>-Minderung auf. Um eine Tonne CO<sub>2</sub>-Emission jährlich durch Umstellung eines Lieferwagens von Diesel- auf Elektroantrieb einzusparen, müssen etwa 5.000 € investiert werden, auf 5 Jahre abgeschrieben wären das 1.000 € je Tonne. (Infrastrukturkosten für Aufladung etc vernachlässigt.) Diese Kosten werden sicherlich sinken, aber bis dadurch die Minderungskosten im Verkehr mit denjenigen anderer Sektoren mithalten können, muss noch viel geschehen. Den Vergleichswert gibt die Anzeige der CO<sub>2</sub>-Emissionsbörse, wo die Emissionen der stationären Quellen gegenwärtig mit 7,90 € je Tonne bewertet werden.

## Anhang

Zitate aus „Klimaschutzplan 2050“ der Bundesregierung, 2016:

„Eine bedarfsgerechte Umgestaltung des Straßenraums und eine am Leitbild „Stadt der kurzen Wege“ ausgerichtete Stadtentwicklungspolitik bewirken einen signifikanten Anstieg des Fuß- und Radverkehrs. Intelligent verknüpfte öffentliche Verkehrssysteme und neue Mobilitätsangebote, wie zum Beispiel Car- und Bikesharing tragen wesentlich zur umweltschonenden Mobilität bei. Hierfür ausschlaggebend sind Verkehrs- und Mobilitätskonzepte, die sich an den jeweiligen Raum- und Infrastrukturgegebenheiten (Ballungsräume, ländliche Räume) orientieren und deren verkehrliche, räumliche und umweltbezogene Wirkungen berücksichtigen.

Bei der Umstellung auf alternative Antriebe beziehungsweise Energieträger stellt der Verbrennungsmotor, zum Beispiel durch den Einsatz von eFuels/Power-to-X eine unverzichtbare Option dar, die wir offenhalten werden. Im Biokraftstoffbereich setzt die THG-Quote deutliche Anreize für den Einsatz von Biokraftstoffen mit relativ hohen THG-Minderungswerten. Daraus ergibt sich eine Entwicklung hin zu fortschrittlichen Biokraftstoffen vor allem auf Basis von Rest- und Abfallstoffen und mit hohen THG-Minderungswerten.

Daher kann es sinnvoll sein, dass erneuerbarer Strom auch in Wasserstoff und gegebenenfalls in weiteren Prozessschritten in synthetisches Methan und in synthetische Flüssigkraftstoffe umgewandelt wird. Der so erzeugte Wasserstoff wird in Brennstoffzellen eingesetzt, die synthetischen Kohlenwasserstoffe prioritär in Schiffen und Flugzeugen.

Die Bundesregierung wird ein Konzept vorlegen, wie der Anteil des öffentlichen Verkehrs, des Schienengüterverkehrs und der Binnenschifffahrt gegenüber der Verkehrsprognose 2030 noch weiter erhöht werden kann. In diesem Zusammenhang sollen auch Zielkorridore für deren Anteile am Modal Split erarbeitet werden, die im Einklang mit dem langfristigen Klimaschutzziel im Verkehr stehen. Dabei soll die Vernetzung aller Verkehrsträger in einem effizienten Gesamtsystem berücksichtigt werden, in dem die Verkehrsträger ihre jeweiligen Stärken einbringen.

-----  
Zitat aus „Aktionsplan Güterverkehr und Logistik“:

### 4 b. Alternative Antriebstechnologien fördern

Den Güterkraftverkehr betrifft dies (*d.h. die EU-Richtlinie 2014/94 über den Ausbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe*) insbesondere im Hinblick auf den Ausbau einer Infrastruktur für verflüssigtes Erdgas (LNG) für schwere Nutzfahrzeuge.

Die Erweiterung der Kraftstoffbasis spielt für den Straßengüterverkehr kurz- und mittelfristig eine wichtige Rolle (Einführung Gasantrieb, Dual-Fuel-Fahrzeuge, d. h. Mischbetrieb von Diesel und Erdgas, Beimischung von Biomethan sowie langfristig gegebenenfalls auch nachhaltig hergestellte synthetische Kraftstoffe).

-----  
„Strom wird langfristig zum dominierenden Energieträger im gesamten Energiesystem, und dieser wird überwiegend mit Windkraft und Photovoltaik erzeugt. Da er zunehmend auch im Wärme- und Verkehrssektor eingesetzt wird, wird der Strombedarf zukünftig stark steigen. Es ist denkbar, dass Deutschland im Jahr 2050 mit mehr als 1.000 Terawattstunden nahezu doppelt so viel Strom verbrauchen wird wie heute. Dafür wäre eine installierte Leistung von bis zu 500 Gigawatt an Windkraft- und Photovoltaikanlagen erforderlich – etwa das Sechsfache dessen, was heute bereits vorhanden ist –, sofern eine Reduktion der CO-Emissionen um 85 Prozent erreicht werden soll.“



Acatech/Leopoldina/Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (2017):  
»Sektorkopplung« – Optionen für die nächste Phase der Energiewende.

[https://www.leopoldina.org/uploads/tx\\_leopublication/2017\\_11\\_14\\_ESYS\\_Sektorkopplung.pdf](https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2017_11_14_ESYS_Sektorkopplung.pdf)

-----

„Der Klimaschaden, der durch eine Tonne wird, kann sehr konservativ geschätzt mit 30 Euro angesetzt werden.“ OECD (2016): Effektive CO<sub>2</sub>-Sätze. Bepreisung von CO<sub>2</sub> durch Steuern und Emissionshandelssysteme. <http://www.oecd.org/tax/tax-policy/summary-effective-carbon-rates-german.pdf>

„Die bisherige Politik ist irre teuer, die Kosten drohen das Projekt Energiewende gegen die Wand zu fahren“, warnt der Düsseldorfer Wettbewerbsökonom [Justus Haucap](#). Auch die Wirtschaftsweisen kritisieren in ihrem aktuellen Gutachten: „Die derzeitige nationale und kleinteilige Umsetzung, welche primär auf Subventionen, Auflagen und planwirtschaftliche Maßnahmen setzt, hat sich als teuer und ineffizient erwiesen.“

<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/oekonomen-fordern-mehr-investitionen-von-jamaika-15295924.html>