



## Informationsblatt

Vorschlag für den Einsatz des Einstiegs Nr. 1

Dieser Einstieg dient dem Aufzeigen der medialen Präsenz der Entwicklung des Straßengüterverkehrs. Je nach Beamer-Verfügbarkeit sollen die einzelnen Zeitungsüberschriften den Schülerinnen und Schülern mit Hilfe einer **Power Point Folie** oder eines **Arbeitsblattes** zur Verfügung gestellt werden.

- Variante „Power Point Folie“: Die Lehrperson visualisiert mit der **PP1** die Überschriften. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese selbst lesen. Im Anschluss soll die Lehrperson die folgende Frage an die Klasse stellen und anhand der Überschriften gemeinsam mit ihnen diskutieren (freiwillige Wortmeldungen, diese ev. auf T bzw. WB stichwortartig festhalten):

**Welche Entwicklungen sind aus den Überschriften der Medienanalyse im Straßengüterverkehr erkennbar?**

*(z.B. LKW fährt von selbst, neue Antriebsmöglichkeiten, eHighway in Schweden)*

- Variante „Arbeitsblatt“: Die Lehrperson teilt das **AB1** aus. Schülerinnen und Schüler sollen dieses gemäß der Arbeitsanweisung (= graues Feld) erledigen. Nach **3 Minuten** sollen die Notizen bzw. Gedanken der Schülerinnen und Schüler in der Klasse diskutiert werden (freiwillige Wortmeldungen, diese ev. auf T bzw. WB stichwortartig festhalten).

Nach der gemeinsamen Diskussion zeigt die Lehrperson auf, dass auch der Straßenverkehr – nicht zuletzt um auch wettbewerbsfähig zu bleiben – auf Veränderungen (z.B. technische, kulturelle, soziale oder auch umweltbezogene) reagieren muss. Das sollte als Übergang zum Unterrichtsthema – z.B. der genaueren Betrachtung einzelner Entwicklungen – dienen.

### verwendete Artikel:

- DerStandard.at: „LKW-Konvoi: Vernetztes Fahren mittels ‚Platooning‘“
- Eurotransport.de: „Alternative Antriebe. Konkurrenz für den Diesel“
- futurezone: „Erster selbstfahrender LKW in den USA zugelassen“
- Handelsblatt: „Selbstfahrender Lkw auf US-Straßen. Wenn der Trucker freihändig fährt“
- Handelsblatt: „Lkw-Platooning. Schön der Reihe nach“
- Süddeutsche Zeitung: „Alternative Antriebe – Elektro, Hybrid, Wasserstoff“ (Artikelreihe zum Thema „Alternative Antriebe“; Artikel im Dokument nicht verfügbar)
- Transport: „Schweden: Erster öffentlicher eHighway geht an den Start“

**Zu Informationszwecken werden Ihnen Folgend die verwendeten Artikel in voller Länge zur Verfügung gestellt:**

## Selbstfahrender Lkw auf US-Straßen

*Wenn der Trucker freihändig fährt*

von Axel Postinett, vom 06.05.2015 (06:18 Uhr)

*Dies ist der Startpunkt für die Zukunft der Transportindustrie: Daimler hat für zwei selbstfahrende Lastwagen eine Straßenzulassung in den USA. Eine Trainingsstrecke ist gefunden. Auf die Fahrer warten neue Aufgaben.*

Las Vegas Das Nummernschild ist angeschraubt. Der erste autonom fahrende Lastwagen mit Straßenzulassung rollt seit heute über die Highways von Nevada. Der Fahrer ruht sich im Fahrersitz aus oder geht anderer Arbeit nach: Er telefoniert mit Kunden, überarbeitet auf dem Tablet den Tourenplan.

Endlos zieht sich der Highway 15 durch die Wüste Nevadas und verbindet die Entertainment-Metropole Los Angeles mit der Spielerstadt Las Vegas. Die Insel des Lasters inmitten der Wüste ist völlig von Warenlieferungen von außerhalb abhängig. So wälzen sich riesige Dreißigtonner in endlosen Kolonnen in der brennenden Sonne über den Asphalt.

Das ist die ideale Trainingsstrecke für die beiden Freightliner Inspiration Trucks, die ab heute mit normalen Nummernschildern des Staates Nevada den Frachtdienst aufnehmen werden. Doch das ist erst der Anfang. Daimler-Vorstand Wolfgang Bernhard, verantwortlich für Lkw und Busse, in Las Vegas: „Mit der Straßenzulassung in den USA haben wir einen wichtigen Meilenstein bei autonom fahrenden Lkw erreicht. Unser nächstes Ziel ist es, die Highway-Pilot-Technologie auch in Deutschland im öffentlichen Straßenverkehr zu testen. Die entsprechenden Vorbereitungen dafür laufen.“

Dieser Paradigmenwechsel gilt für eine ganze Industrie. Die Schlagzeilen der Presse und des Internets dominieren derzeit zwar das selbstfahrende Google-Auto, der omnipräsente Elon Musk mit dem Phänomen Tesla oder Apples mysteriöse Autopläne. Aber Daimler und andere Lastwagenhersteller forschen seit Jahren an selbstfahrenden Autos - mit wenig Aufsehen, aber dafür um so effektiver und mit realistischen Zielsetzungen.

Die nahe Zukunft gehört der automatisierten Langstrecke und damit den Spediteuren und Lastwagenfahrern der Transportindustrie, die oft hunderttausend Kilometer und mehr pro Jahr abspulen. Sie wollen keine Star Wars-Technik, sondern zuverlässige Hilfen, die ihr Leben einfacher machen.

**Quelle:**

Postinett, A. (2015): Selbstfahrender Lkw auf US-Straßen. Wenn der Trucker freihändig fährt, in: Handelsblatt, 06.05.2015, bezogen unter: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/selbstfahrender-lkw-auf-us-strassen-wenn-der-trucker-freihaendig-faehrt/11733230.html>, Zugriff am 18.07.2016

---

## **Erster selbstfahrender LKW in den USA zugelassen**

von futurezone, vom 06.05.2015 (12:40 Uhr)

*Daimler lässt seinen selbstfahrenden LKW „Inspiration Truck“ auf US-Straßen los. Der LKW soll die nächsten Jahre in Nevada unterwegs sein und künftig Unfälle verhindern.*

Daimler-Tochter Freightliner hat am Mittwoch den ersten selbstfahrenden LKW vorgestellt, der auch für die Straße zugelassen ist. Der „Inspiration Truck“ hat bereits mehr als 16.000 Kilometer auf Teststrecken zurückgelegt, nun soll er auch auf den Straßen des US-Bundesstaates Nevada getestet werden. Nevada ist einer der wenigen US-Bundesstaaten, die derartige Testfahrten auf der Straße erlauben. Der LKW setzt auf Daimlers „Highway Pilot“-Technologie, die die CO<sub>2</sub>-Emissionen um fünf Prozent reduzieren sowie vor allem Unfälle verhindern sollen. Unfälle mit LKWs seien zu 90 Prozent auf menschliche Fehler zurückzuführen, viele davon aufgrund von übermüdeten Fahrern.

Die Technologie ist Semi-Autonom. Es befindet sich weiterhin ein Fahrer an Bord, der jederzeit die Kontrolle übernehmen kann. Monotone Fahrten auf Schnellstraßen könnten aber problemlos vom System übernommen werden. „Das Fahrzeug braucht nicht mehr als

die einfachen weißen Bodenmarkierungen“, so Daimler-CEO Wolfgang Bernhard. Dass ebendiese auf einigen sanierbedürftigen Straßen fehlen, bestreitet der Daimler-Manager nicht. Diese Einzelfälle könnten aber günstig korrigiert werden.

### **Daimler: Haftung klar**

Die LKWs sollen nun über die nächsten Jahre bei alltäglichen Bedingungen getestet werden. Bis dahin sollen auch die rechtlichen Fragen geklärt werden, allen voran die Haftung bei Unfällen. Für Bernhard ist diese Frage bereits geklärt: „Technisch gesehen sind diese Geräte nur teilweise automatisiert. Der Fahrer hat immer noch die Kontrolle und somit die Verantwortung.“ Dass es nicht ganz so einfach sein wird, ist auch Martin Daum, CEO von Daimler Trucks, bewusst. „Bevor diese Fahrzeuge in die Massenproduktion gehen können, muss die Frage der Haftung diskutiert und von den Gesetzgebern beantwortet werden. Letztendlich entscheidet, wie bei jedem Gesetz, das Volk und die Industrie muss sich danach richten.“

### **Quelle:**

futurezone (2015): Erster selbstfahrender LKW in den USA zugelassen, in: futurezone.at, 06.05.2015, bezogen unter: <http://futurezone.at/digital-life/erster-selbstfahrender-lkw-in-den-usa-zugelassen/128.947.449>, Zugriff am 18.07.2016

---

## **Lkw-Platooning**

### *Schön der Reihe nach*

von Lukas Bay, vom 04.04.2016 (15:12 Uhr)

*Sechs Lkw-Hersteller schicken ihre Trucks auf große Tour: In vernetzten Kolonnen sollen die Brummis selbstständig nach Rotterdam rollen. Ein Vorbild für die Zukunft, sagen die Hersteller. Doch stimmt das?*

Vorsicht, Elefantenherden: Auf deutschen Autobahnen dürften in diesen Tagen mehrere Lkw-Kolonnen gesichtet werden, die bedenklich nah auffahren. Grund zur Panik besteht aber nicht. Hier wird nämlich die Zukunft des Transportwesens getestet, zumindest wenn man den teilnehmenden Herstellern glauben kann.

„European Truck Platooning Challenge“ heißt das Vorhaben. Initiiert hat es die niederländische Regierung, die derzeit auch die EU-Ratspräsidentschaft innehat. Insgesamt sechs Hersteller nehmen am Experiment teil. Neben Daimler sind das MAN, Scania, Volvo, DAF und Iveco. Sie lassen ihre Trucks in vernetzten Kolonnen zum Hafen von Rotterdam rollen.

Die Trucks von MAN starten am Montag in München, die von Daimler in Stuttgart und fahren über Frankfurt nach Rotterdam. Aber auch aus Skandinavien rollen die Kolonnen über Deutschland. Scania lässt seine vernetzten Trucks im schwedischen Södertälje starten, Volvo in Göteborg. Ihr Weg führt über Bremen in die Niederlande.

Der grenzüberschreitende Großversuch soll Erkenntnisse liefern, wie alltagstauglich die voll vernetzten Lkw-Kolonnen heute schon sind. Gelingt der Feldversuch, könnte die Technologie schon in den kommenden Jahren marktreif werden – und eventuell auch bei selbstfahrenden Autos eingesetzt werden.

„Platooning“ nennen Fachleute die Technologie. Der Begriff entstammt der Militärsprache. Und tatsächlich funktioniert das System wie die Elefantenkompanie aus dem Dschungelbuch. Der erste Lkw gibt dann das Tempo vor, alle anderen folgen. Das funktioniert, weil sich die Lkws untereinander vernetzen. Durch automatische Bremssysteme

reagieren die Trucks schneller – und können daher weniger Abstand halten. Bis zu zehn Fahrzeuge können eine gemeinsame Kolonne bilden.

### **Einsatz rund um die Uhr wäre möglich**

Und auch andere Wartezeiten sollen verringert werden. „Die vernetzten Lkw kommunizieren sowohl untereinander als auch mit dem Kunden, dem Zoll oder der Spedition“, sagt Martin Zeilinger, Leiter der Lkw-Vorentwicklung bei Daimler.

Bisher ist das Transportgeschäft noch längst nicht so effizient organisiert, wie man annehmen könnte. Denn der durchschnittliche Laster fährt nur ein Drittel seiner Zeit. Oft steht er still und wartet, um be- oder entladen zu werden, Zugang zum Firmengelände zu bekommen, auf eine Reparatur oder im Stau. Einer von vier Lkws ist mit darüber hinaus nur mit wenig oder völlig ohne Ladung unterwegs.

Gelingt das Platooning, könnte sich das autonome Fahren beim Lkw deutlich schneller durchsetzen als beim Auto. Auch ein Einsatz rund um die Uhr wäre bei selbstfahrenden Lastwagen keine Utopie mehr. In Deutschland, wo die Infrastruktur schon heute massiv unter der Belastung der schweren Lkw leidet, ist das keine gute Nachricht.

Trotzdem könnte der Einsatz rund um die Uhr notwendig sein, damit es nicht zum Verkehrskollaps kommt: Bis zum Jahr 2050 – so wird es vorausgesagt – soll sich der weltweite Güterverkehr auf der Straße verdreifachen.

### **Quelle:**

Bay, L. (2016): Lkw-Platooning. Schön der Reihe nach, in: Handelsblatt, 04.04.2016, bezogen unter: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/lkw-platooning-einsatz-rund-um-die-uhr-waere-moeglich/13399630-2.html>, Zugriff am 18.07.2016

---

## **LKW-Konvoi: Vernetztes Fahren mittels „Platooning“**

von Annika Grah, vom 06.04.2016 (09:51 Uhr)

*Hersteller wollen die Fahrt im Konvoi künftig auf die Spitze treiben – Mit Hilfe moderner Technik*

Dicht an dicht rollen die Lastwagen schon jetzt über die Autobahnen – künftig könnten sie noch näher aneinander heranrücken. Seit einigen Tagen sind Lastwagen von sechs europäischen Herstellern unterwegs nach Rotterdam. Sie fahren im Päckchen – deutlich dichter am Heck des Vordermanns als sonst üblich. Möglich macht das eine neue Technologie, das sogenannte „Platooning“, die die Hersteller auf einer vom niederländischen Verkehrsministerium initiierten Sternfahrt in fünf Ländern testen. Am Mittwoch kommen die Fahrzeuge von MAN, Scania, DAF, Iveco und Volvo im Hafen von Rotterdam an.

### **Was ist das sogenannte Platooning?**

Beim Platooning (engl für: in Kolonne fahren) fahren miteinander vernetzte Lastwagen enger hintereinander her, als sie es sonst würden. Möglich wird das durch Fahrerassistenzsysteme wie Spurhalteassistenten sowie Abstandshalter und die Kommunikation zwischen den Lastwagen via W-LAN.

### **Was bringt das?**

Die Lastwagen können deutlich näher auffahren als es der notwendige Sicherheitsabstand bisher ermöglicht. Beim Autobauer Daimler etwa spricht man von nur 15 statt der bisher gesetzlich vorgeschriebenen 50 Meter Abstand. Dadurch wird der Luftwiderstand verringert. Das gleiche Prinzip wenden etwa Radsportler an, wenn sie im Windschatten fahren. Auf diese Weise sollen Kraftstoff gespart und der Ausstoß von Kohlendioxid verringert werden.

Außerdem brauchen die Lastwagen weniger Platz auf der Autobahn. Das gleichmäßige Tempo soll auch Staus verhindern.

### **Was sind die technischen Voraussetzungen?**

Die Fahrzeuge sind mit modernen Fahrerassistenzsystemen ausgestattet. Außerdem haben sie ein spezielles Modul, das die Kommunikation via W-LAN zwischen den Lastwagen ermöglicht. Auf diese Weise informiert ein vorausfahrendes Fahrzeug den Hintermann binnen Sekundenbruchteilen, wenn er bremst. So sollen beispielsweise Auffahrunfälle am Stauende vermieden werden. Der Fahrer hat allerdings zu jeder Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug.

### **Wird man so etwas jetzt öfter sehen?**

Autofahrer müssen sich erstmal noch nicht auf neue Überholmanöver einstellen. Die Sternfahrt nach Rotterdam ist mit Hilfe von Ausnahmeregelungen zustande gekommen. Denn bis jetzt lassen die Gesetze in Europa freihändige Fahrten nicht zu, außerdem ist ein gesetzlicher Mindeststandard von 50 Metern zwischen Lastwagen vorgeschrieben. Nach Einschätzung der Hersteller ist die Einführung des Konzepts bis zum Jahr 2020 in Europa aber zumindest technisch denkbar. Verkehrsminister Alexander Dobrindt (CDU) will mit anderen Kollegen bis zum nächsten G-7-Verkehrsmistertreffen im September in Japan den Weg für das automatisierte und vernetzte Fahren international ebnen.

### **Warum treibt das die niederländische Ratspräsidentschaft voran?**

Die Niederlande haben sich für die EU-Ratspräsidentschaft das Thema Mobilität auf die Fahnen geschrieben. Das Land selbst beispielsweise hat das Testen von autonomen Fahrzeugen erleichtert. Zusammen mit dem europäischen Autoverband ACEA wollen die Niederlande den Einsatz von teilautomatisiertem Fahren im Konvoi beschleunigen. Im Zuge dessen soll auch die Kooperation zwischen den EU-Ländern ausgebaut werden. Die Sternfahrt führte durch fünf Länder – neben den Niederlanden waren das Dänemark, Schweden, Belgien und Deutschland.

### **Quelle:**

Grah, A. (2016): LKW-Konvoi: Vernetztes Fahren mittels „Platooning“, in: derStandard.at, 06.04.2016, bezogen unter: <http://derstandard.at/2000034271090/LKW-Konvoi-Vernetztes-Fahren-mittels-Platooning>, Zugriff am 18.07.2016

---

## **Alternative Antriebe**

### *Konkurrenz für den Diesel*

von Thomas Rosenberger, vom 10.03.2015

*Verflüssigtes Erdgas (LNG) könnte sich mittelfristig als Kraftstoff für Nutzfahrzeuge etablieren und die Abhängigkeit vom Öl verringern. Wir erklären, wie die -Tankinfrastruktur entstehen soll und welches Fahrzeugangebot überhaupt verfügbar ist.*

Fahrzeughersteller und Politik sind sich einig: Sie wollen die Abhängigkeit vom Öl verringern und die Treibhausgasemissionen bis 2030 im Mittel der Mitgliedsstaaten um mindestens 30 Prozent gegenüber dem Jahr 2005 verringern. Ein ehrgeiziges Unterfangen. Heute verfügen laut dem Verband der Automobilindustrie (VDA) noch mehr als 95 Prozent aller schweren Nutzfahrzeuge im Güterverkehr über einen Dieselantrieb.

Alternativen, die ebenso kostengünstig, leistungsfähig und effizient wie der Selbstzünder arbeiten, sind nicht in Sicht. Jede der Alternativen kämpft mit individuellen Nachteilen wie hohen Anschaffungskosten, geringer Reichweite oder einer fehlenden Versorgungsinfrastruktur.



Dass der Dieselmotor seit seiner Erfindung vor rund 120 Jahren noch dazu stetig effizienter und mit Einführung von Euro 6 so umweltverträglich wie noch nie zuvor -seinen Dienst verrichtet, macht das Ansinnen nicht eben einfacher.

Und die Entwicklung des Diesels ist noch lange nicht am Ende. Bosch beispielsweise geht davon aus, dass der Selbstzünder bis zum Ende der Dekade noch mal 15 Prozent effizienter wird. Stellschrauben wie Einspritzdruck, Verringerung der innermotorischen Reibung sowie immer effizientere Abgasbehandlungssysteme und die Rückgewinnung von Energie aus dem Abgas (Waste Heat Recovery, WHR) sollen dazu beitragen.

Das muss aber nicht das Aus für alle alternativen Antriebe bedeuten. Aktuell rückt LNG (Liquefied Natural Gas) in den Mittelpunkt des Interesses von Politik und Industrie. Das verflüssigte Erdgas (Methan) könnte wesentliche Nachteile von Erdgasantrieben aufheben – vor allem den der geringen Reichweite.

### **Erdgas verbrennt sauberer**

Für Erdgasantriebe spricht zunächst, dass sie den Kraftstoff sauberer verbrennen und daher eine weniger aufwendige Abgasnachbehandlung benötigen. Das verringert Systemkosten und -gewicht.

Zudem erzeugen Erdgasmotoren weniger Treibhausgas: 20 Prozent weniger als ein Benzinbetriebener Ottomotor und zehn Prozent weniger als ein Diesel. Kommt Biomethan in Reinform oder als Beimischung zum Einsatz, ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz entsprechend günstiger.

Für Erdgas spricht zudem, dass die Vorkommen eine respektable Größe haben sollen. Jörg Spanke, Technologie-Manager und zuständig für neue Kraftstoffe bei Shell, rechnet mit Gasreserven, die mehr als 230 Jahre lang die derzeitige weltweite Nachfrage befriedigen könnten.

Die vielleicht bedeutsamste Rahmenbedingung ist laut Spanke die günstige Besteuerung von Erdgas. Bis 2018 ist die Steuererleichterung für diesen Kraftstoff festgeschrieben. Im Koalitionsvertrag hat die Regierung bekräftigt, die Bevorteilung über diesen Termin hinaus fortzusetzen zu wollen. Die Umsetzung steht aber noch aus.

### **Tankinfrastruktur für Gas ist ausbaufähig**

Bei allem Optimismus darf man allerdings auch nachteilige Eigenschaften von Erdgasantrieben nicht beiseite wischen. Während die Dauerhaltbarkeit laut den großen europäischen Fahrzeugherstellern in etwa derjenigen von Dieselaggregaten entspricht, wirft vor allem die mangelhafte Tankinfrastruktur Fragen auf.

Die Energiedichte von gasförmigem Erdgas (CNG) ist deutlich geringer als die von Diesel. Um mit Methan die gleiche Reichweite wie ein Dieselfahrzeug zu erzielen, müssten also immens große und damit schwere Tanks am ohnehin schon zugebauten Fahrzeugrahmen Platz finden oder die Zahl der zeitintensiven Tankvorgänge nimmt zu. Das setzt aber voraus, dass Erdgaszapfsäulen auch entlang Autobahnen überall zu finden sind, was aber nicht der Fall ist.

LNG bietet einen Ausweg. Bei niedrigen Temperaturen beziehungsweise unter Druck lässt sich CNG zu LNG verflüssigen. Bei minus 162 Grad Celsius genügt schon der Umgebungsdruck von einem bar. Bei höheren Temperaturen sind entsprechend höhere Drücke nötig. Das Volumen des Kraftstoffs verringert sich so um das 600-Fache.

Doch wo schon das CNG-Tankstellennetz dünn ist, darf man bei LNG keine Wunder erwarten. Vorhanden sind solche Tankanlagen heute vor allem im Bereich von Seehäfen, wo LNG von speziellen Schiffen angelandet wird. Solche finden sich in den Niederlanden, England und auch in Italien und Spanien. Das reicht freilich nicht, um mit dem Lkw in Europa von Nord nach Süd oder West nach Ost zu kommen.

### **Blue Corridor soll Abhilfe schaffen**

Das soll sich nun ändern. Blue Corridor nennt sich ein Projekt der EU, mit dessen Hilfe LNG-Tankstellen entlang wichtiger Verkehrsachsen errichtet werden sollen. Dieser „blaue Korridor“ umfasst laut Jose Fernandez Garcia von der Generaldirektion für Mobilität und Transport in der EU-Kommission zunächst eine Nord-Süd-Verbindung von der Mitte Schwedens über Deutschland, Frankreich und Spanien bis Portugal.

Diese Achse soll schrittweise um eine West-Ost-Transversale von Irland über England, Deutschland, Österreich sowie Verästelungen zwischen England, Frankreich, Spanien und Italien ergänzt werden. Spätestens Ende 2025 soll der Ausbau abgeschlossen sein. Der Abstand zwischen den insgesamt 181 Tankstellen beträgt dann um die 400 Kilometer.

Wer aber aktuell schon ein LNG-Fahrzeug betreiben will, kommt an einer eigenen Tankstelle noch nicht vorbei. Entsprechende Lösungen gibt es in verschiedenen Ausführungen und Größen. Das Angebot beginnt bei 100.000 Euro.

### **LNG-Lkw im Test**

Die flächendeckende LNG-Versorgung ist aber nur eine Hürde. Die andere – nicht minder hohe – sind die entsprechenden Fahrzeuge. Wie schwierig es in Europa bislang ist, einen LNG-Lkw zu beschaffen, davon kann Prof. Gerd Lohmeier berichten. Er betreute einen vierwöchigen Praxistest von zwei LNG-Fahrzeugen bei Hellmann Worldwide Logistics. Einzug in den Hellmann-Fuhrpark hielten je ein Scania und Iveco Stralis. Die Tankstelle, zugleich die erste mobile LNG-Zapfsäule in Deutschland, konstruierte Hellmann in Zusammenarbeit mit Bohlen & Doyen.

Das Ergebnis des Hellmann-Feldtests kann sich sehen lassen. Die beiden LNG-Fahrzeuge liefen laut Lohmeier im Standardbetrieb mit, wobei die Tagschicht demnach fünf Touren Osnabrück nach Münster (einfach 65 Kilometer) und die Nachschicht eine Tour Osnabrück-Magdeburg (einfach 300 Kilometer) vorsah.

Dabei habe es keine technischen Probleme gegeben. Die Lkw hätten auch die versprochenen fernverkehrstauglichen Reichweiten von bis zu 1.000 Kilometern erzielt. Eine Tankfüllung umfasste 189 Kilo LNG. Der Verbrauch pegelte sich laut Lohmeier zwischen 23 und 27 Kilo pro 100 Kilometer ein. Zudem wäre bei Bedarf noch ein Zusatztank erhältlich gewesen.

Die CO<sub>2</sub>-Ersparnis gibt Lohmeier mit 25 Prozent (Brennwert 14,7 kWh/kg) gegenüber Diesel (12,6 kWh/kg) an. Durch die erhöhte Beimischung von Bio-LNG werde sich die CO<sub>2</sub>-Bilanz auf 80 Prozent verbessern lassen. Beachtlich sei die Lärmreduzierung um drei bis fünf Dezibel, was zusätzliche Belieferungstouren während der Nacht erlaube. Ein Argument, das auch wirtschaftlich Sinn ergibt.

Hellmann wird wegen der positiven ersten Ergebnisse und des Vorteils für die Umwelt laut Lohmeier weitere LNG-Lkw anschaffen. Den Anfang macht der Iveco Stralis, der als erste Euro-6-Serienlösung seit der IAA verfügbar ist.

### **Gasmotoren sind noch zu schwach für schwere Lasten**

Doch nicht alle Ergebnisse des Feldversuchs haben auch die Erwartungen übertroffen. Vor allem ein Manko bleibt die fehlende Leistung der Gasmotoren. Müssen Gesamtzuggewichte von 40 Tonnen in Bewegung gesetzt werden, treten sie deutlich zu Tage. Die Entwicklung schreitet jedoch voran.

So haben fast alle Hersteller nach eigenen Aussagen zumindest ein LNG-Fahrzeug in der Schublade. Der technische Schritt vom CNG-Lkw, den viele Hersteller schon auf der Straße haben, zum LNG-Lkw ist motorseitig auch nicht groß. Denn auch LNG wird gasförmig in den Brennraum eingedüst. Der tiefgekühlte Kraftstoff wird dazu (meist durch den Motorkühlkreis) erwärmt und verdampft dadurch.

Die technischen Probleme liegen an anderen Stellen. CNG-Motoren benötigen Zündkerzen (Zündpunkt CNG: 650 Grad Celsius, Benzin: 350, Diesel 250 Grad) und basieren auf dem Ottoprinzip. Entsprechend erzeugen sie ihre Leistung wie ein Fremdzünder, das heißt: weniger effizient und die Leistungsausbeute verringert sich gegenüber gleichvolumigen Dieselaggregaten.

### **Bei 340 PS ist Schluss**

Das Leistungsangebot endet heute bei 340 PS. Denkbar wäre zwar, größere Motoren mit Hubräumen um 15 Liter für mehr Leistung zu bauen. Angesichts der damit verbundenen Entwicklungskosten in Relation zur Nachfrage würde sich das aber nicht lohnen.

Ebenfalls aus Kostengründen verwenden die europäischen Fahrzeughersteller Dieselmotoren, die sie technisch an die Fremdzündung anpassen. Gemeinsamer Nenner dieser Motoren ist der stöchiometrische Betrieb, also eine Verbrennung ohne Luftüber- und -unterschuss. Das ermöglicht dieselähnliches Leistungs- und Drehmomentniveau.

Zu den unvermeidlichen Umbauten am Rumpfdiesel zählen an die Fremdzündung angepasste Zylinderköpfe, Multipoint-Einspritzung, einfache Turboaufladung.

Vielfach kommt auch gekühlte Abgasrückführung zum Einsatz, um die ex-trem hohen Abgastemperaturen bei der Erdgasverbrennung zu verringern (bei Gas treten Verbrennungstemperaturen größer 700 Grad Celsius auf, bei Diesel sind es um die 500 Grad). Im Gegenzug zu den aufwendigen Umbauten ist eine einfache Abgasnachbehandlung mit Drei-Wege-Kat ausreichend, um Euro 6 zu erreichen.

Bei Daimler beschränkt sich das Euro-6-Angebot auf den 302 PS starken CNG-Motor M 936 G: ein Aggregat, das auf dem Turbodiesel OM 936 basiert. Aktuell kommt es nur im Eonic NGT zum Einsatz und ist dort ausschließlich für den Betrieb mit CNG ausgelegt. Ältere Entwicklungen für Mercedes Actros und Axor fußen auf Nachrüstlösungen dritter Anbieter, was die Hersteller aber traditionell wenig goutieren und Einzelabnahmen erfordert.

### **Gasmotoren passen zum Verteilerverkehr**

Ein bereits verfügbarer LNG-Eonic, der auf der CNG-Variante basierte, war zwar eine vom Werk entwickelte Lösung, diente aber nur einem Feldversuch bei der niederländischen Spedition Vos und hat technisch keine Serienreife erlangt. Auch weil die rund 300 PS des M 936 G zu wenig für den Fernverkehr sind, plädiert Dr. Manfred Schuckert, Antriebs-Chefstrategie bei Daimler, für den Einsatz im Verteilerverkehr. Noch dazu wird das Low-Entry-Konzept des Eonic nicht den Anforderungen im Fernverkehr gerecht.

Allerdings entspricht das Packaging, also die Abmessungen des Gasmotors, dem Dieselpendant OM 936. Der Gasmotor könnte also in allen Fahrzeugen eingebaut werden, wo auch der OM 936 Verwendung findet – nämlich in den Baureihen Atego, Antos und Actros.

Scania lieferte ebenfalls schon LNG-Trucks, auch für Euro 6, allerdings nur in Märkte, wo heute schon LNG verfügbar ist – also nach England, Spanien und die Niederlande. Das restliche Europa soll 2015 in den Genuss des Angebots kommen.

Den Erdgas-Fünfzylinder OC09 bieten die Schweden in zwei Leistungsstufen mit 280 und 340 PS an. Verfügbar sind die Gasmotoren für zwei- und dreiachsige Chassis mit der kompakten P-Kabine (auch Low-Entry), die überwiegend im Verteilerverkehr zum Einsatz kommt. Für die LNG-Varianten sieht Scania zudem die fernverkehrstaugliche G-Cab vor.

Bedeckt hält sich der Scania-Produktmanager Zoran Stojanovic, wenn die Sprache auf 400 PS und mehr Leistung kommt. Er gesteht aber ein, dass nach dem Aufbau der Tankstellen-Infrastruktur herausfordernde Aufgaben im Fernverkehr warten und Gasmotoren diesen gerecht müssen.

### **Iveco: LNG nach Erdöl der wichtigste Energieträger**



Am schnellsten hat zur Einführung von Euro 6 indes Iveco reagiert und während der IAA den ersten, europaweit zugelassenen Stralis mit LNG-Antrieb präsentiert. Bei Iveco sieht man in LNG mehr als nur eine Brückentechnologie. „LNG ist nach Erdöl die zweitwichtigste Energieressource für den Güterverkehr“, heißt es dort.

Zwar sei das Eigengewicht einer LNG-Zugmaschine höher, aber die Bilanz falle nicht allzu ungünstig aus, wenn man einen 800-Liter-Dieseltank mit dem LNG-Speicher verrechne. Denn Erdgas sei leichter als Diesel. Dennoch: Die Stralis-LNG-Zugmaschine (4x2, Hi-Road-Cab, kombinierter Tank 4 mal 70 Liter CNG, 520 Liter LNG) ist mit einem Basisgewicht von mehr als 7,3 Tonnen nicht leicht. Im direkten Vergleich sind es also um eine Tonne mehr Speck, die der LNG-Stralis auf den Rippen trägt.

Bei Hellmann stört man sich daran wenig und will mit dem Iveco in die nächste Runde des Feldtests fahren. Bei MAN, stark bei erdgasbefeuerten Bussen, laufen im Lkw-Segment erst die Arbeiten an einem Euro-6-konformen CNG-Fahrzeug auf Basis TGM. Serienstart soll noch 2015 möglich sein.

### **Als Dual-Fuel im Verbund mit Diesel**

Christian Gruber, Leiter des Prototypenbaus bei MAN, gewährt zudem Einblicke in ein LNG-Projekt der Münchner. „Wir haben ein LNG-Fahrzeug auf Basis eines TGM 26.280 6x2/2 mit 26 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht und bis zu 300 PS Leistung erprobt.“

Eine Nennleistung, die in dieser Gewichtsklasse durchaus wettbewerbsfähig wäre. Dabei kommen ein 103 Kilo fassender LNG-Tank sowie ein 50 Kilo fassender CNG-Tank zum Einsatz. Zwar ist der TGM kein Fernverkehrsfahrzeug, könnte aber im erweiterten Verteilerverkehr und für kommunale Aufgaben zum Einsatz kommen.

Zudem untersucht MAN laut Gruber eine Dual-Fuel-Strategie für Fernverkehrszüge, wobei der Dieselantrieb mit einer LNG-Einspritzung von 0 bis 80 Prozent kombiniert werden soll. Das Aggregat soll Leistungen bis 480 PS mit dieseltypischer Kraftentfaltung bieten und dabei weitgehend die Umweltvorteile von LNG nutzen.

Dual-Fuel-Motoren, die Gas und Diesel in Kombination verbrennen, können einen Ausweg aus dem Leistungsdilemma bieten. Dadurch lassen sich nämlich Dieselmotoren ohne Leistungseinbußen oder begrenzter Leistung verwenden. Bei diesen Aggregaten wird eine geringe Menge Diesel als Piloteinspritzung genutzt, um anschließend das eingedüστε Erdgas zu zünden. Solche Antriebe arbeiten also nach dem Diesel- und nicht nach dem Ottoverfahren.

### **Zwiespältige Lösung**

Volvo Trucks hat mit einem FM noch zu Euro-5-Zeiten einen Flottentest initiiert. Ein solches Dual-Fuel-Fahrzeug kam im Jahr 2013 beim Entsorger ACT Abfall Container Transport, ein Tochterunternehmen der Alba-Gruppe, im Feldversuch zum Einsatz und fuhr mit einer Beimischung von etwa 75 Prozent LNG sowie 40 Tonnen Zuggesamtgewicht.

Der Antrieb dieses FM basiert auf dem Diesel D13C, wobei die Einspritzung von Gas in den Brennraum durch ein in der Einspritzdüsenplatte eingebautes Mehrpunkt-Gaseinspritzsystem geschieht.

Was zunächst vielversprechend klingt, erweist sich bei genauerer Betrachtung als zwiespältige Lösung. Der Nachteil aller Dual-Fuel-Fahrzeuge: Der kombinierte Diesel-Methanantrieb mit doppelter Einspritzung, zusätzlichem LNG-Tank und der kompletten Diesel-Abgasfabrik wiegt und kostet mehr als herkömmliche Dieselantriebe. Eine regelrechte Nachfragebremse, weswegen viele Hersteller keine Energie auf die Entwicklung solcher Antriebe verwenden.

Mit dem Flottentest wollte Volvo aber zeigen, dass ein entsprechendes Serienfahrzeug technologisch zu meistern ist. Jedoch habe man bei der Einführung von Euro 6 das

Augenmerk zunächst auf die Dieselantriebe gelegt. An der Euro-6-Dual-Fuel-Variante des FM werde jedoch gearbeitet. Dem Vernehmen nach ist eine Einführung im Jahr 2015 denkbar.

### **Vielfalt in den USA**

Wer über den Tellerrand, sprich den großen Teich, blickt, sieht in den USA Erdgas-Trucks von leicht bis schwer und in erklecklichen fünfstelligen Stückzahlen durch die Städte und auch über die Highways rollen. In den US-amerikanischen Erdgas-Lkw kommen in der Regel Aggregate von Cummins Westport, Spezialist für alternative Antriebe, zum Einsatz. Auch Daimler pflanzt diese Aggregate den Nutzfahrzeugen seiner US-amerikanischen Marke Freightliner ein, genauso Volvo Trucks, etwa den Hauber-Baureihen VNM 200 und VNL 300.

Bestseller ist laut Cummins Westport die Motorenbaureihe ISX 12 G mit 11,9 Liter Hubraum und bis zu 400 PS sowie 1.966 Newtonmeter Drehmoment bei 1.200 Touren (Abgasnorm: EPA10 und Euro 5). Sie eignet sich sowohl für CNG als auch LNG. Die Baureihe ISL 12 G ist zudem in der Lage, Biomethan zu verbrennen. Die Motoren bietet der Hersteller allerdings nicht in Europa an, was wohl mit der zu geringen Aufnahmefähigkeit des Marktes zusammenhängen dürfte. Eine Homologisierung der Motoren nach Euro 6 kostet schließlich einiges an Geld.

Bahngebrochen hat sich in Nordamerika auch LNG, weswegen gerade dort die Entwicklungsmaschine auf Hochtouren läuft. Sie hat einen besonderen Motor hervorgebracht, der wie Dual-Fuel-Aggregate dieseltypische Leistung möglich machen soll. Herzstück der sogenannten HPDI-Motoren ist eine Hochdruck-Direkteinblasung für das Gas. Auf den Weg gebracht hat diese Technologie das kanadische Unternehmen Westport.

### **HPDI: Einspritzung mit 200 bis 300 bar**

Bei HPDI wird durch einen Hochdruckakkumulator das dann gasförmige LNG mit 200 bis 300 bar in den Brennraum geblasen (bei CNG sind es zwischen 10 und 18 bar) inklusive einer Diesel-Injektion. Das geschieht über eine kombinierte konzentrische Einspritzdüse.

Der hohe Druck lässt sich laut Westport nur mit verflüssigtem Erdgas erreichen, ein CNG-Betrieb kommt nicht in Frage. Der flüssige Kraftstoff verdampft durch den hohen Druck. Das macht LNG hochkompressibel, es erhitzt sich stark. Zündung und Verbrennung laufen nach dem Dieselpinzip ab.

Der hohe Druck lässt sich laut Westport nur mit verflüssigtem Erdgas erreichen, ein CNG-Betrieb kommt nicht in Frage. Der flüssige Kraftstoff verdampft durch den hohen Druck. Das macht LNG hochkompressibel, es erhitzt sich stark. Zündung und Verbrennung laufen nach dem Dieselpinzip ab.

Leistungscharakteristik und Effizienz sind identisch mit jenen klassischer Selbstzünder. Nachteil: Hochverdichtetes Gas ist schwerer zu beherrschen als eine Flüssigkeit wie Diesel. Und: Auch für HPDI-Aggregaten ist die komplette Dieselpinzipfabrik nötig.

Westport wollte ein HDPI-Aggregat zur Serienreife bringen, zog aber das Angebot zurück. Die technischen Hürden sind augenscheinlich hoch. „Das Unternehmen ist kein klassischer Hersteller von Motoren, der nach den Bedürfnissen einer Serienproduktion arbeitet und hat entsprechend wenig Erfahrung mit Design-to-Production“, kommentiert ein Experte. Das heißt, die Eigenschaften für eine großindustrielle Herstellung fehlen.

### **Voluminöse Gastanks sind in Europa problematisch**

Probleme bereiten in Europa auch vermeintlich banale Rahmenbedingungen, etwa die Längenrestriktionen für Zugmaschinen. Sie verhindern, dass sich größere Gastanks am Rahmen oder hinter der Kabine anbringen lassen. Ein Problem, mit dem sich die Hersteller in den USA nicht herumschlagen müssen. Die Hersteller nutzen für Erdgas-Trucks einen extralangen Radstand sowie den Platz hinter der Sleeper-Cab für Tanks. Noch dazu ermöglichen die dreiachsigen US-Zugmaschinen höhere Traglasten.

In Europa ist es noch nicht möglich, den Entfall von Nutzlast durch LNG-Tanks zu kompensieren. „Das wird aber derzeit im Zuge der Revision der EC 96/53 diskutiert“, erklärt Schuckert. Er weist zudem darauf hin, dass es an der Normierung von Tanks, Tankstellen und Anschlüssen fehlt. Ziel der Fahrzeughersteller ist es, LNG so zu tanken wie Diesel. Noch sind aber Sicherheitsvorkehrungen wie Schutzkleidung, die vor dem tiefkalten LNG schützt, zu treffen. Zudem fehlen Vorgaben, bei welcher Temperatur und bei welchem Druck LNG bevorratet werden muss.

Das hat auch Auswirkungen auf den sogenannten Boil-off-Effekt, der ebenfalls nicht geregelt ist. LNG hat die Eigenschaft, sich insbesondere während Fahrzeug-Standzeiten zu verflüchtigen. Es lässt sich aber in CNG-Flaschen auffangen und dann wieder dem Antrieb zurückführen, weswegen LNG-Fahrzeuge und Tankstellen immer auch CNG-Flaschen aufweisen.

### **Wirtschaftliche Rahmenbedingungen festlegen**

Und schlussendlich müssten auch noch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verbindlich festgeschrieben werden. Dirk Peters von Dena (Deutsche Energie-Agentur) spricht sich dafür aus, nationale Strategien zur Errichtung von LNG-Tankstationen zu planen und standardisierte Zertifizierungsverfahren für Fahrzeuge und Tankstellen einzuführen.

Er empfiehlt zudem, LNG-Flotten von der Maut auszunehmen, Erdgas über das Jahr 2018 hinaus steuerlich zu bevorzugen und LNG-Fahrzeuge bei der Beschaffung von öffentlichen Flotten zu bevorzugen. So könne eine Nachfrage bei Flottenbetreibern entstehen. Die orientieren sich vor allem an den Kosten.

Schuckert nennt für die Freightliner-LNG-Trucks einen Aufpreis von 50.000 Dollar. Hinzu kommt ein leicht erhöhter Serviceaufwand. Gegenzurechnen sind 40 Prozent günstigere Treibstoffkosten, wobei die Rohölpreise gerade am Fallen sind.

Die Chancen, dass LNG die Abhängigkeit vom Öl verringert, stehen also nur dann günstig, wenn die steuerliche Bevorteilung und weitere offenen Fragen geklärt sind. Zugleich erfordert es Motoren, die höhere Leistungen erzeugen. Erst dann bekommt der Diesel einen ernst zu nehmenden Konkurrenten.

### **Quelle:**

Rosenberger, T. (2015): Alternative Antriebe. Konkurrenz für den Diesel, bezogen unter: <http://www.eurotransport.de/news/alternative-antriebe-konkurrenz-fuer-den-diesel-6625527.html>, Zugriff am 18.07.2016

---

## **Schweden: Erster öffentlicher eHighway geht an den Start**

von Christine Hartmann, vom 22.06.2016 (12:12 Uhr)

*In Schweden gibt es seit heute den weltweit ersten Oberleitungs-eHighway auf einer öffentlichen Straße. Den Startschuss dazu gaben Infrastrukturministerin Anna Johansson und Energieminister Ibrahim Baylan.*

Auf einem zwei Kilometer langen Autobahnabschnitt der E16 nördlich von Stockholm läuft für die nächsten zwei Jahre ein Test mit einem Siemens-Oberleitungssystem für Lkw. Auf der Strecke sind zwei Diesel-Hybrid-Fahrzeuge von Scania unterwegs. Gemeinsam mit Siemens hat sie der schwedische Fahrzeughersteller so angepasst hat, dass die unter der Oberleitung fahren können.

Wie Roland Edel, Chefentwickler bei der Siemens-Division Mobility, erklärt, ist der eHighway doppelt so effizient wie ein Verbrennungsmotor. „Die Siemens-Innovation versorgt Lkw über

eine Oberleitung mit Strom. Das bedeutet nicht nur eine Halbierung des Energieverbrauchs, sondern auch eine Verringerung der lokalen Luftverschmutzung.“

Der Verkehr verursacht insgesamt mehr als ein Drittel des schwedischen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, fast die Hälfte davon stammt aus dem Güterverkehr. Daher hat das Land ehrgeizige Umweltziele ausgerufen: Schwedens Transportsektor soll bis 2030 unabhängig von fossilen Brennstoffen sein. Wegen des erwarteten Wachstums reicht es dabei nicht, die Kapazitäten auf der Schiene auszubauen. Vielmehr muss eine Lösung zur Entkarbonisierung des Straßengüterverkehrs gefunden werden.

Mit dem zweijährigen Testbetrieb wollen die schwedische Transportbehörde Trafikverket und der Regierungsbezirk Gävleborg Erkenntnisse darüber sammeln, ob sich das System für eine dauerhafte kommerzielle Nutzung und den weiteren Ausbau eignet. „In Schweden wird der mit Abstand größte Teil der Güter auf der Straße transportiert. Nur ein begrenzter Teil kann auf andere Verkehrsmittel verlagert werden. Um Lkw auch weiterhin für den Güterverkehr einsetzen zu können, müssen wir die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen aufheben“, bekräftigt Anders Berndtsson, Chefstrategie der schwedischen Transportbehörde Trafikverket.

Diese Auffassung teilt auch das Umweltbundesamt in Deutschland, das gerade erst den treibhausgasneutralen Güterverkehr bis 2050 gefordert hat. Nach Ansicht der Behörde wäre auch hierzulande der Oberleitungs-Hybrid-Lkw eine gute Option, die Ziele durchzusetzen. Transport-Online hat darüber berichtet.

Kernelement des Systems ist ein intelligenter Stromabnehmer, kombiniert mit einem Hybridantriebssystem. Ein Sensorsystem sorgt dafür, dass der Stromabnehmer bei einer Geschwindigkeit bis 90 Stundenkilometer den Kontakt zur Oberleitung herstellt und unterbricht. Die Lkw versorgen sich dann während der Fahrt aus Oberleitungen mit elektrischer Energie und sind emissionsfrei unterwegs. Für den Betrieb ohne Oberleitung sorgt das Hybridsystem. So bleibt der Lkw flexibel. Der eHighway ist offen konfiguriert, damit sich neben dem Diesel-Hybrid-Antrieb auch Batterie- oder Erdgaslösungen oder andere Alternativen realisieren lassen.

Auch in Kalifornien baut Siemens gerade ein eHighway-Demonstrationsprojekt auf. Transport-Online hat darüber ebenfalls bereits berichtet. Die regionale Behörde zur Überwachung der Luftqualität – die South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) – hat dem Technikkonzern aus München den Auftrag erteilt, im Umfeld der Häfen von Los Angeles und Long Beach verschiedene Lkw-Konfigurationen im Zusammenwirken mit der eHighway-Infrastruktur testen. Der Test, den Siemens gemeinsam mit Volvo durchführt, soll im Laufe des Jahres 2017 erfolgen.

**Quelle:**

Hartmann, T. (2016): Schweden: Erster öffentlicher eHighway geht an den Start, in: Transport, 22.06.2016, bezogen unter: <http://www.transport-online.de/Transport-News/Fahrzeug-Technik/15951/Schweden-Erster-oeffentlicher-eHighway-geht-den-Start>, Zugriff am 18.07.2016