



GAS-MOBILITÄT

PKW · LKW · BUS

**Umweltauswirkungen,
Technologie und Wirtschaftlichkeit
gasbasierter Mobilität**

Impressum

ANSPRECHPARTNER

Frank Gröschl

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.

Technisch-wissenschaftlicher Verein

Josef-Wirmer-Straße 1 – 3

53123 Bonn

Tel.: +49 (0)228 / 9188 - 819

Fax: +49 (0)228 / 9188 - 92 832

www.dvgw.de

groeschl@dvgw.de

© DVGW Bonn, April 2018

Jede Art der urheberrechtlichen Verwertung und öffentlichen Wiedergabe, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des DVGW gestattet.

Bildnachweise

Titel: candy1812/Fotolia.com; Seite 7: fotolia.com/pure-life-pictures;

Seite 10: Volvo Truck Corporation; Seite 13: candy1812/Fotolia.com;

Seite 14: Audi AG; Seite 16: Zukunft ERDGAS/Danny Kurz

Gestaltung

www.mehrwert.de

FAKTEN ZU CNG, LNG UND E-GAS ALS KRAFTSTOFF

Grundlagen

Erdgas in Form von CNG (Compressed Natural Gas) und LNG (Liquefied Natural Gas) ist der sauberste fossile Kraftstoff. Erdgas besteht zu fast 100 % aus Methan, d. h. aus CH₄, und hat im Vergleich zu allen anderen fossilen Kraftstoffen das günstigste Verhältnis von Kohlenstoff zu Wasserstoff. Bei der Verbrennung von CH₄ entsteht daher nur wenig CO₂. Die Emission von klimaschädlichen Treibhausgasen (THG) wird im Vergleich zur Nutzung von Diesel oder Benzin deutlich verringert.

Zudem verbrennen CNG und LNG sauberer als Benzin und Diesel. Denn es entstehen so gut wie keine Belastungen durch Luftschadstoffe wie Stickoxid oder Feinstaub. CNG und LNG sind nicht nur klimafreundliche Kraftstoffe, sondern können auch zur Luftreinhaltung insbesondere in Ballungsräumen beitragen.

Luftschadstoffe

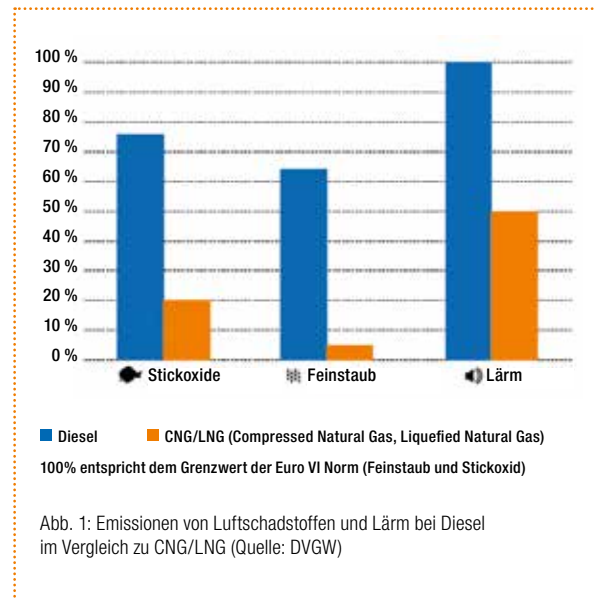
In Ballungsräumen werden die Grenzwerte für Luftschadstoffe wie Stickoxid und Feinstaub vielfach überschritten. Das jüngste Urteil des Bundesverwaltungsgerichts in Leipzig zur Zulässigkeit von Fahrverboten hat die Dringlichkeit schnell zu sauberen Antriebskonzepten zu kommen noch einmal untermauert.

Der Einsatz von Gas als Kraftstoff in Form von CNG und LNG kann hier unmittelbar Entlastung bringen. Denn so angetriebene Fahrzeuge stoßen kaum Feinstaub aus. Die Stickoxidbelastung der Luft kann im Vergleich zu den Grenzwerten nach Euro VI deutlich verringert werden. Ebenso können die Emissionen von Feinstaub abgesenkt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass Lärmbelastungen durch gasbetriebene Otto-Motoren im Vergleich zu Dieselantrieben erheblich reduziert werden.

Moderne Dieselmotoren unterschreiten die vorgegebenen Grenzwerte bei Luftschadstoffen bereits. Gasmotoren bieten hier aber nochmals einen deutlichen Vorteil. Je nach Leistungsklasse sind die Emissionen von Stickoxiden und Feinstaub bei mit CNG oder LNG angetriebenen Fahrzeugen nochmals deutlich niedriger als bei modernen Dieselfahrzeugen (Abb. 1).

Fossiles CNG und LNG kann mittelfristig durch e-Gas, d. h. durch Biomethan (CBG) und synthetisches Gas aus Power-to-Gas-Prozessen (P-t-G), ersetzt werden. Über P-t-G-Verfahren wird aus regenerativem Strom über Elektrolyse und Methanisierung „grünes“ Gas erzeugt, das CO₂-neutral als Kraftstoff bereitgestellt werden kann.

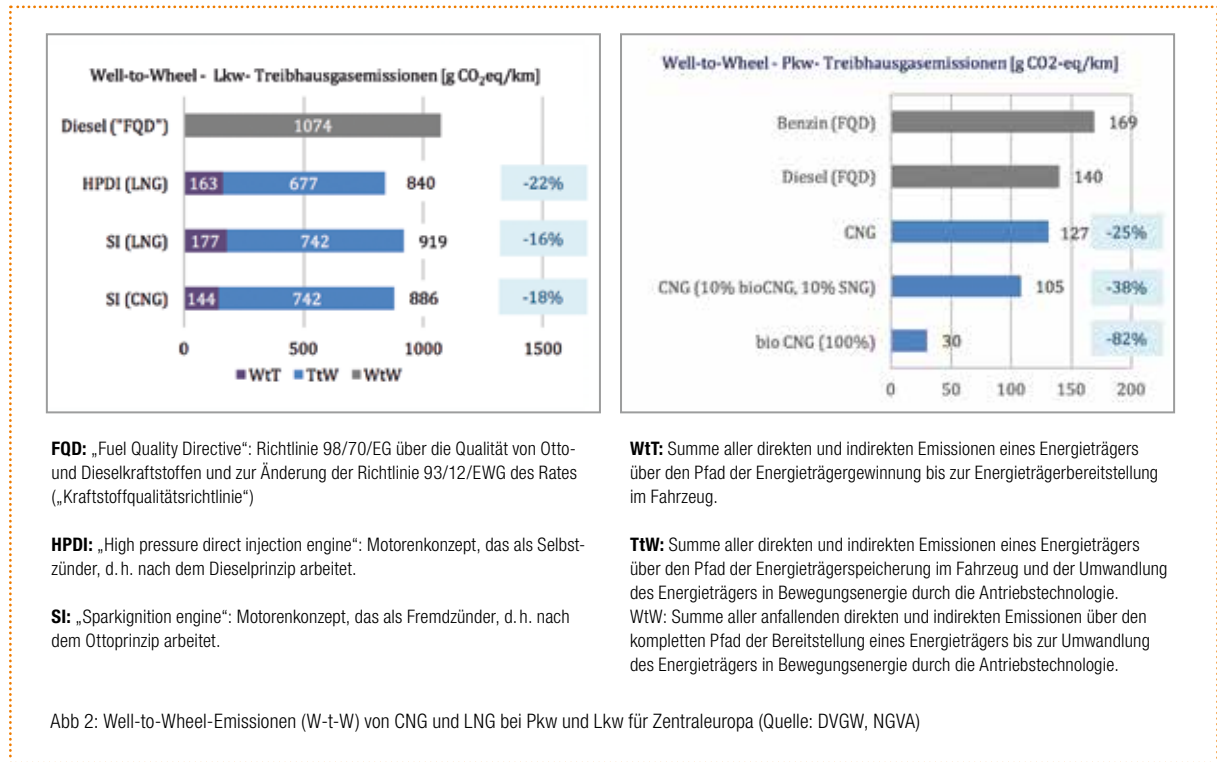
CNG ist gasförmig und wird bei einem Druck von 200 bar vertankt. Es wird den Tankstellen über das weitläufige deutsche Gastransportnetz angeliefert. LNG ist verflüssigtes Gas, das bei einem Druck von 1 bis 8 bar und einer Temperatur von -162° bis -130° zur Verfügung gestellt wird. Die Anlieferung an Tankstellen erfolgt überwiegend durch LNG-Tanklastwagen.



Klima

CNG und LNG tragen dazu bei THG¹-Emissionen im Verkehrsbereich zu reduzieren. Bei der motorischen Verbrennung von CNG oder LNG entsteht bis zu 25 % weniger CO₂ als bei konventionellen Kraftstoffen. Auch bei Berücksichtigung

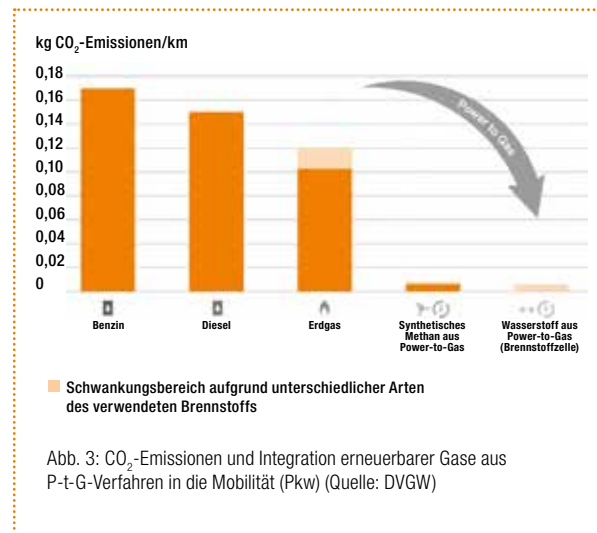
der THG-Emissionen, die bei Produktion und Verteilung von CNG und LNG als Kraftstoff, d. h. Well-to-Wheel, entstehen, schneiden CNG und LNG besser ab als Diesel oder Benzin (Abb. 2).



Durch den Einsatz von Biomethan kann Erdgas als Kraftstoff „grüner“ gemacht werden. Deutschland verfügt über ein jährliches Biomethanpotenzial von rund 10 Milliarden m³. Dies entspricht einem Anteil von über 10 % des aktuellen Gasmarktes und könnte ca. 50 % des Energiebedarfs schwerer Nutzfahrzeuge in Deutschland decken.

Weitere Potenziale, erneuerbares Gas herzustellen, bietet die Power-to-Gas-Technologie. Regenerativer Strom aus Sonne oder Wind wird durch Elektrolyse zunächst in Wasserstoff und dann weiter durch Methanisierung in erneuerbares Methan umgewandelt. In Deutschland gibt es aktuell etwa 30 Power-to-Gas-Pilotanlagen (Abb. 3). Die Technologie hat Marktreife erreicht und kann auch in größerem Maßstab genutzt werden, um saubere und THG-neutrale Kraftstoffe herzustellen. Große Potenziale, Gase erneuerbar zu erzeugen, liegen zusätzlich im südlichen Europa sowie in der MENA² Region aufgrund hoher Sonnenscheindauern und guter Windbedingungen.

Dies eröffnet die Möglichkeit, CNG und LNG als e-Gas, d. h. als erneuerbaren Kraftstoff, bereitzustellen und so Pkw, Lkw und



Busse mittelfristig weitestgehend emissionsfrei anzutreiben. Eine technische Umrüstung bei Fahrzeugen und der Tankstelleninfrastruktur ist nicht notwendig. Fossiles CNG bzw. LNG kann somit durch erneuerbares e-Gas in der bestehenden Infrastruktur ersetzt werden.

Einsatzbereiche

CNG kann als Kraftstoff für Pkw, Lkw und für Busse genutzt werden. LNG ist als hochkalte Flüssigkeit nur begrenzt lagerfähig und kann dort eingesetzt werden, wo hohe Fahrleistungen erbracht werden und große Reichweiten notwendig sind, d. h. bei Fahrzeugen, die mit nur wenigen Unterbrechungen im Einsatz sind wie z. B. schwere Lkw und Busse. Die Technologie ist erprobt. CNG und LNG finden dort ihre Einsatzbereiche, wo Elektromobilität oder Brennstoffzellenmobilität nicht oder nur langfristig verfügbar gemacht werden können.

Infrastruktur/Tankstellen

Mit knapp 900 Erdgastankstellen gibt es in Deutschland eine gute CNG-Tankstelleninfrastruktur (Abb. 4). Allerdings ist die Anzahl der Tankstellen aktuell leicht rückläufig. Eine Industrieinitiative unter Führung des VW-Konzerns plant aber einen deutlichen Ausbau auf bis zu 2.000 Tankstellen in den nächsten Jahren.

Eine LNG-Infrastruktur ist im Aufbau. Aktuell gibt es zwei LNG-Tankstellen, eine im Raum Berlin und eine bei Ulm. Weitere LNG-Tankstellen sollen noch in diesem Jahr errichtet werden.

Preisstellung

Der Preis für CNG wird anders als bei Benzin und Diesel in €/kg angegeben. CNG hat mit rund 13,0 kWh/kg eine höhere Energiedichte als Benzin (12,0 kWh/kg) und Diesel (11,8 kWh/kg). Ein Beispiel zur Umrechnung zeigt die nachfolgende Tabelle.

CNG ist nicht nur ein umweltfreundlicher Kraftstoff, sondern auch kostengünstig. Die Kraftstoffkosten sind deutlich niedriger als bei

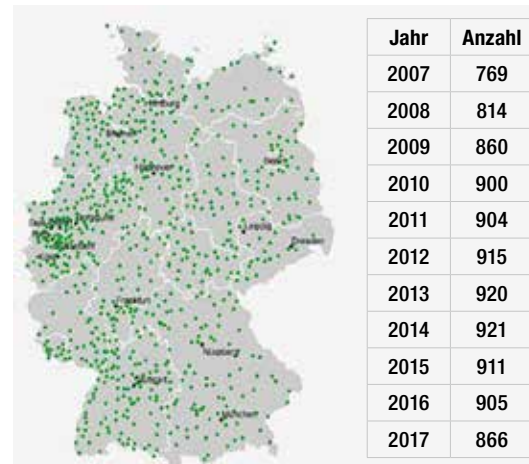


Abb. 4: Erdgastankstellen in Deutschland (Stand 2017)
(Quelle: BDEW, dena, DVGW)

Weit fortgeschritten sind z. B. Tankstellenprojekte in Hamburg, Bremen, Duisburg, Köln und Mannheim. Für eine erste Grundabdeckung in Deutschland sind sechs LNG-Tankstellen an Knotenpunkten wichtiger Transitstecken ausreichend. Mit rund 50 LNG-Tankstellen kann eine in der Fläche ausreichende Versorgung mit LNG erreicht werden.³

Benzin oder Diesel. Um den CNG-Preis mit dem von Benzin oder Diesel vergleichen zu können, muss dieser über den Energiegehalt (Heizwert) umgerechnet werden. Dabei entspricht der Energiegehalt von einem kg Erdgas (H-Gas) etwa dem von 1,3 l Diesel und 1,5 l Benzin. Um die Energie zu bekommen, die in einem Liter Benzin oder einem Liter Diesel steckt, zahlt man bei CNG etwa die Hälfte im Vergleich zu Benzin bzw. etwa 70 % im Vergleich zu Diesel.

	Erdgas (CNG)	Benzin	Diesel
Preis an der Tankstelle	1,07 €/kg ⁴	1,37 €/l	1,19 €/l
Heizwert	13,3 kWh/kg	8,6 kWh/l	9,9 kWh/l
vergleichbarer Preis in €/kWh	0,08 €/kWh	0,16 €/kWh	0,12 €/kWh
CNG-Preis umgerechnet in Literpreis für Benzin bzw. Diesel		0,69 €/l	0,80 €/l

Abb. 5: Vergleich der Kraftstoffkosten für CNG, Benzin und Diesel über den jeweiligen Energiegehalt (Heizwert)
(Quelle: Gibgas)

Gasfahrzeuge können in der Anschaffung teurer sein als Benzin- oder Diesel. Bei durchschnittlicher Fahrleistung amortisiert sich ein Gasfahrzeug aber in der Regel bereits nach wenigen Jahren.

Mitte 2017 hat der Gesetzgeber die Energiesteuerermäßigung auf Erdgas und Biomethan verlängert. Damit besteht jetzt auch Planungssicherheit bei der steuerlichen Belastung bei der Nutzung von CNG und LNG als Kraftstoff.

Fazit

Erreichbare Umweltvorteile sowie die Wirtschaftlichkeit der Nutzung von CNG und LNG als Kraftstoff hängen von Fahrzeugen, Fahrstrecken und Fahrprofilen ab. Je nach Einsatz im Pkw, bei Lkw oder bei Bussen ergeben sich unterschiedliche Eckdaten zu Emissionen, Technik und Kosten. Insgesamt zeigt

der Vergleich der verschiedenen Antriebsoptionen das gasbasierte Kraftstoffe Vorteile bei Emissionsminderung, Handling, technischem Reifegrad sowie bei Infrastruktur und Kosten gegenüber den Alternativen haben (Abb. 6).

Kriterium \ Antrieb	Euro-VI-Diesel	batterieelektrisch	Wasserstoff (Brennstoffzelle)	e-Gas (CBG, P-t-G)
Lokale Emissionen von Luftschadstoffen und Feinstaub	geringe Emissionen	keine Emissionen	keine Emissionen	sehr geringe Emissionen
CO ₂ -Minderungspotenzial	zum Teil gegeben (hohe Motoreffizienz)	bei ausschließlich erneuerbarer Stromerzeugung ⁵	bei H ₂ Herstellung ausschließlich aus erneuerbaren Energien	-(80–90)% gegenüber Diesel Euro VI
Lade-/Tankzeit	< 10 Min.	mehrere Stunden	< 10 Min.	< 10 Min.
Technischer Reifegrad	hoch	mittel	niedrig	hoch
Infrastrukturaufwand und Kosten	niedrig	hoch	hoch	niedrig

Abb. 6: Qualitativer Vergleich der Antriebsoptionen Diesel, batterieelektrisch, Wasserstoff und e-Gas (Compressed Biogas/CBG, Gas aus Power-to-Gas-Verfahren/P-t-G) (Quelle: DVGW)

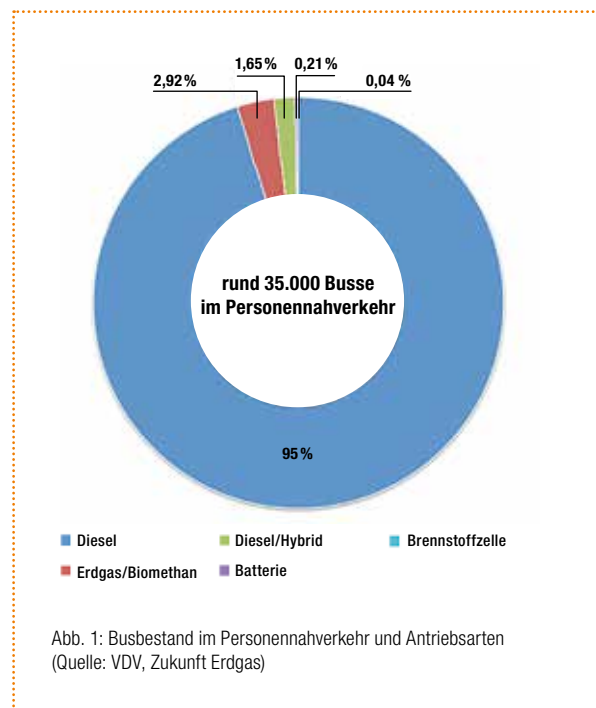
⁵ setzt voraus, dass Batterieherstellung nicht CO₂ belastet ist



FACT SHEET BUS (ÖPNV)

In Deutschland sind rund 79.000 Busse im Einsatz (Stand 2017). Davon werden etwa 35.000 Busse im Personennahverkehr eingesetzt. Über 96 % aller Linienbusse in Deutschland fahren mit Diesel. Nur knapp 3 % nutzen CNG¹ bzw. CBG² als Kraftstoff. Andere Antriebsarten (Brennstoffzelle, Diesel/Hybrid, batterieelektrisch) spielen bisher so gut wie keine Rolle (Abb. 1).

Neben Pkw und Lkw emittieren Busse einen erheblichen Anteil der Schadstoffe in den Städten. Trotz der geringen Jahresfahrleistungen der Busse im Vergleich zu Pkw und Lkw ist deren Einfluss auf die innerstädtische Luftqualität aufgrund der hohen Schadstoffemissionen von zentraler Bedeutung. Nach Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes erreichen Linienbusse gerade bei Stickoxiden mit 0,41 g Stickoxide je Personenkilometer die höchsten Emissionswerte aller landbasierten Verkehrsmittel im Personenverkehr.



Durch die Euro-VI-Abgasnorm wurden die zulässigen Emissionen von Luftschadstoffen auf ein sehr niedriges Niveau von 0,01 g/kWh bei Feinstaub und von 0,46 g/kWh bei Stickoxiden reduziert. Diese werden von modernen Bussen (Euro VI), die mit Diesel angetrieben werden, erreicht (Abb. 2). Im Schadstoff-

verhalten sind mit CNG oder LNG angetriebene Busse allerdings deutlich besser als moderne Dieselfahrzeuge. Die Stickoxidemissionen lassen sich gegenüber Diesel noch einmal erheblich reduzieren (Abb. 3).

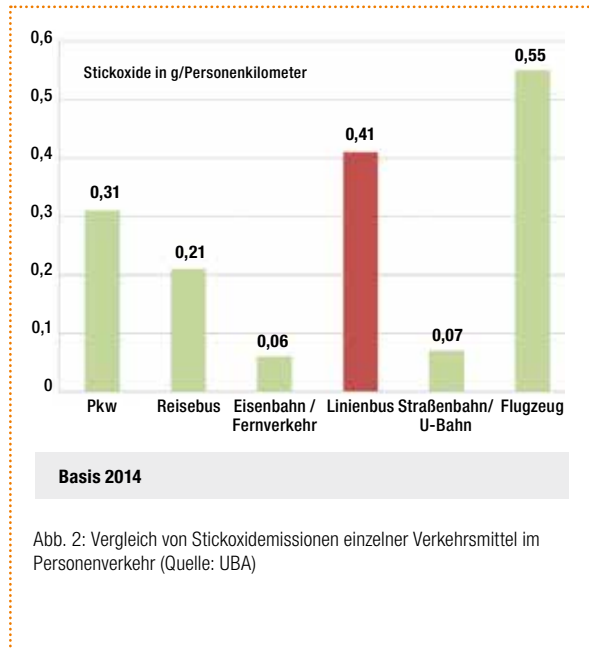


Abb. 2: Vergleich von Stickoxidemissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr (Quelle: UBA)

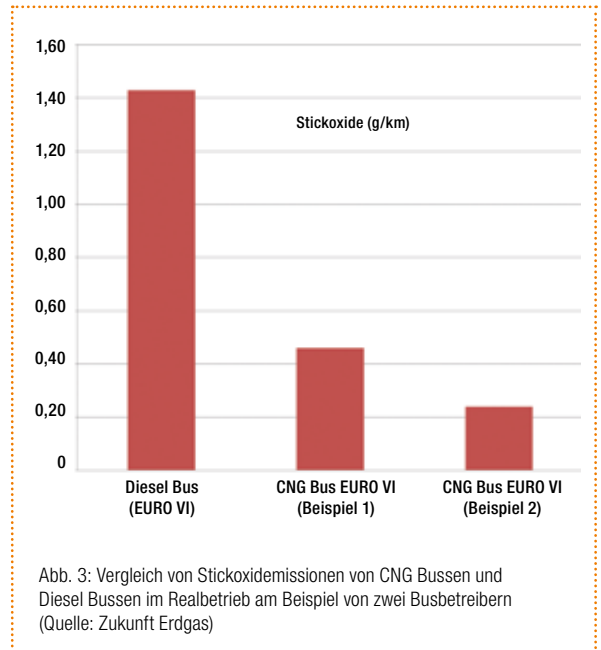


Abb. 3: Vergleich von Stickoxidemissionen von CNG Bussen und Diesel Bussen im Realbetrieb am Beispiel von zwei Busbetreibern (Quelle: Zukunft Erdgas)

Dies gilt auch für die Belastung mit Feinstaub. Gasbetriebene Busse emittieren so gut wie keinen Feinstaub. Ebenso emittieren sie deutlich weniger Lärm im Vergleich zu Dieselnbussen.

Produktion von Batterien ist mit hohen CO₂-Emissionen belastet, d. h. auch im Blick auf die Fahrzeugherstellung schneiden Elektrobusse aktuell schlechter ab als Busse mit Verbrennungsmotoren.

Im Blick auf den Klimaschutz bieten Gasbusse weitere Vorteile: Bei Verwendung von e-Gas (CBG oder synthetisches Gas) lassen sich CO₂-Emissionen um über 80 % reduzieren. Elektrobusse bieten hier aktuell keinen Vorteil, da z. Zt. noch knapp 60 % des Stromes in Deutschland aus fossilen Energiequellen erzeugt werden. Die

Gasbusse zeichnen sich durch eine hohe Marktverfügbarkeit aus, sind technologisch ausgereift und zuverlässig. Städte wie beispielsweise Augsburg, Nürnberg, Regensburg, Gießen und Oldenburg haben bereits CNG bzw. CBG angetriebene Busse in den ÖPNV integriert.

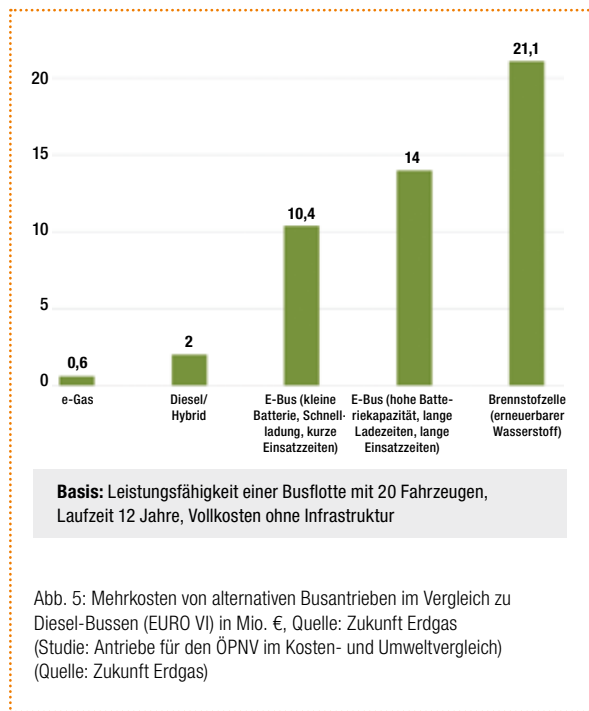
Anbieter	Modelle
Iveco	Urban way
MAN	Lions City CNG
MERCEDES	Citaro (G) NGT, Conecto (G) NGT
SCANIA	Citiwide LF CNG, Interlink LD CNG
SOLARIS	Urbino 12/15/18 LE CNG, New Urbino 12 CNG
SOLBUS	Solicity 12 CNG, Solicity 12 LNG, Solicity 18 LNG
VECTIA TEMPUS	Veris 12 CNG
CASTROSUA	New City CNG, Magnus E.

Abb. 4: Angebot an Bussen mit Gasantrieb (Quelle: dena, Zukunft Erdgas, NGVA)

Die Reichweite von Gasbussen ist geringer als die von Dieseln. Mit 300 bis 400 Kilometer ist dies aber ausreichend für die Anforderungen des ÖPNV und in der Praktikabilität vergleichbar mit Dieseln. Der Betankungsvorgang dauert wie bei Dieseln nur wenige Minuten. Lange Standzeiten wie etwa durch die Ladung von Batterien gibt es nicht.

Auch wirtschaftlich schneiden Gasbusse gut ab. Gasbusse kosten etwa 30.000 € bis 40.000 € mehr als vergleichbare Dieseln.

Die Kosten für Treibstoff (CNG) sind niedriger als bei Dieseln. Über die gesamte Laufzeit eines Busses hat der Gasbus einschließlich Reparatur und Wartung sehr geringe Mehrkosten zu Dieseln (interne Kosten). Bei Einbeziehung und Monetarisierung der Umweltvorteile, die Gasbusse im Vergleich zu Dieseln haben, zeigt sich, dass in der Gesamtbetrachtung von Wirtschaftlichkeit und Umwelt Gasbusse im Vorteil sind (interne und externe Kosten; Abb. 5).



Beim Betrieb von Bussen mit CNG ist keine oder nur in geringem Umfang zusätzliche Infrastruktur notwendig. Aktuell gibt es rund 900 CNG-Tankstellen in Deutschland. Diese werden vielfach von Stadtwerken betrieben. Ein Ausbau der Tankstelleninfrastruktur bzw. eine Anpassung an die Anforderungen der Betankung von Bussen ist vergleichsweise einfach umsetzbar.

Fazit

Gasbetriebene Busse haben Vorteile bei der Emission von Luftschadstoffen, Lärm und Treibhausgasen im Vergleich zu konventionellem Dieselantrieb. Bei dem aktuellen Strommix schneiden sie auch besser ab und sind kostengünstiger als batteriebetriebene Alternativen. Durch die Nutzung von

e-Gas (CBG, synthetisches Gas) kann ein klimaneutraler Busbetrieb erreicht und gleichzeitig Belastungen durch Stickoxide, Feinstaub und Lärm bei geringstmöglichen Kosten reduziert werden.



FACT SHEET LKW

In Deutschland sind aktuell rund 2,9 Millionen Lkw zugelassen. Dies sind mit rund 2,6 Millionen Fahrzeugen überwiegend leichte Lkw bis zu 7,5 t. Allerdings erbringen schwere Lkw insbesondere im Fernverkehr den weitaus größten Teil der Fahrleistung und verbrauchen einen Großteil des Kraftstoffs. 95 % aller Lkw in Deutschland fahren mit Diesel, 4 % nutzen Benzin und 0,5 % CNG. Andere Antriebstechnologien (LNG, batterieelektrisch, Oberleitung, hybrid) spielen bisher so gut wie keine Rolle. Anders als

bei Pkw oder leichten Nutzfahrzeugen sind bei schweren Lkw in den nächsten Jahren keine wirtschaftlichen Antriebstechnologien auf der Basis von Strom oder Wasserstoff absehbar. Heute verfügbare und einsatzbereite Kraftstoffe und Fahrzeugtechnologien sind dagegen CNG und LNG (Abb. 1). CNG hat ein sehr breites Anwendungsspektrum und kann für fast alle Fahrzeuge genutzt werden, während LNG als Kraftstoff insbesondere für schwere Lkw eine Alternative zu Diesel darstellt.

	Diesel	CNG	LNG	H2	Strom
LKW (3,5–7,5 t)	++	++	-	+	+
LKW (7,5–18 t)	++	+	+	-	-
LKW (> 18 t)	++	+	++	--	--

++ voll einsetzbar + kleine Einschränkung -- nicht einsetzbar - große Einschränkung

Abb. 1: Einsatzbereiche von Diesel, Gaskraftstoffen und Strom bei Lkw (Quelle: DVGW)

Neue Lkw müssen heute die Abgasnorm Euro VI erfüllen. Die hier festgelegten Grenzwerte für Schadstoffe können durch die Nutzung von CNG oder LNG als Kraftstoff deutlich unterschritten werden (Abb. 2).

Gasbasierte Kraftstoffe werden in monovalenten Erdgasmotoren mit Fremdzündung (Ottoprinzip) genutzt. Im Vergleich mit einem Dieselmotor emittieren diese genau wie ein Benzinmotor deutlich weniger Lärm.

Eine alternative Technologie ist der HPDI-Motor (High Pressure Direct Injection), der mit zwei Kraftstoffen betrieben wird. Dieser ist ein Selbstzünder, d. h. er arbeitet nach dem Dieselpinzip. Hierbei verbrennt der HPDI-Motor Erdgas, benötigt aber für ein zündfähiges Gemisch eine Piloteinspritzung von Dieselmotorkraftstoff. Vorteilhaft ist der hohe Wirkungsgrad des Motors. Nachteilig ist, dass er höhere Lärmemissionen verursacht.

Sowohl der mit LNG betriebene Ottomotor als auch der HPDI-Motor haben noch Entwicklungsschritte vor sich, welche die Motoren weiter optimieren und die Effizienz sowie das Potenzial zur Reduzierung von Schadstoffen weiter verbessern.

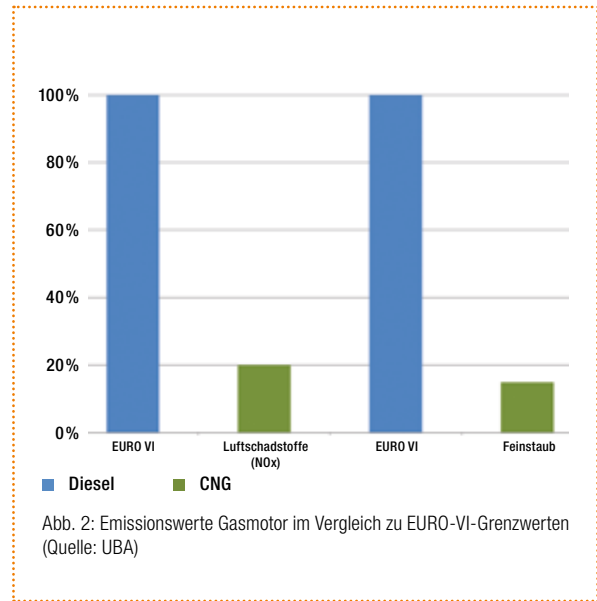


Abb. 2: Emissionswerte Gasmotor im Vergleich zu EURO-VI-Grenzwerten (Quelle: UBA)

Nutzfahrzeuge (Lkw) werden aktuell in verschiedenen Klassen mit CNG und bei schweren Nutzfahrzeugen auch mit LNG als Kraftstoff angeboten (Abb. 3).

Hersteller Segment	Leichte und mittelschwere Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Sonderfahrzeuge
Fiat	Doblo, Ducato, Fiorino		
Iveco	Daily (bis 7,0 t), Eurocargo (bis 16,0 t)	Eurocargo, Stralis	Stralis (als Abfallsammelfahrzeug)
MAN			
Mercedes-Benz	Sprinter	Econic	Econic (als Abfallsammelfahrzeug)
Opel	Combo		
Renault			D-Wide
Scania		P280, P340	
Volkswagen	Load Up!, Caddy, Caddy Maxi		
Volvo		FH, FM	FE

■ CNG
 ■ CNG/LNG
 ■ LNG

Abb. 3: Angebot an Lkw und anderen Nutzfahrzeugen mit Gasantrieb (Quelle: dena, Zukunft Erdgas, NGVA)

Gas-Lkw (schwere Lkw) erreichen Reichweiten von bis zu 1.500 km beim Einsatz von LNG. Etwas geringer ist die Reichweite bei CNG. Der Betankungsvorgang dauert wie beim Diesel nur wenige Minuten. Zudem hat Deutschland mit seinen rund 900 CNG-Tankstellen schon eine gute Infrastruktur. Allerdings ist im Einzelfall zu prüfen in wieweit Tankstellenabmessungen und Tankleistung für die Betankung von Lkw ausreichend sind. In Deutschland gibt es aktuell zwei LNG-Tankstellen, eine im Raum Berlin und eine bei Ulm. Eine LNG-Infrastruktur ist im Aufbau.

Weitere LNG-Tankstellen sollen noch in diesem Jahr errichtet werden.

Ob CNG- oder LNG-betriebene Lkw wirtschaftlich sind, hängt stark von der jährlichen Kilometerleistung ab. Eine Wettbewerbsfähigkeit zu Diesel kann dann erreicht werden, wenn die niedrigeren Betriebskosten die höheren Anschaffungskosten amortisieren, d. h. je höher die Fahrleistung desto wettbewerbsfähiger ist der mit Gas angetriebene Lkw.

Fazit

Mit CNG und LNG gibt es eine schnell umsetzbare Kraftstoffalternative für Nutzfahrzeuge und insbesondere für schwere Lkw. Mit dieser können Belastungen durch klimaschädliche Treibhausgase auf der eine Seite und durch Luftschadstoffe und Lärm auf der anderen Seite deutlich reduziert werden. Bei schweren Lkw, die den weitaus größten Teil der Fahrleistung

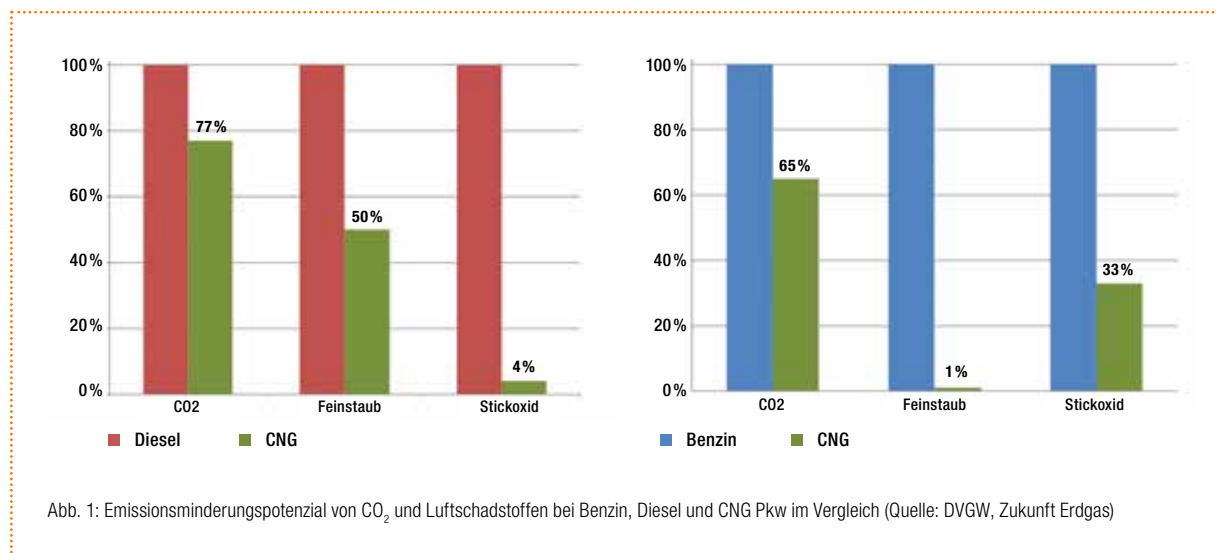
bei Nutzfahrzeugen erbringen, sind batterieelektrische Antriebe, oberleitungsgebundene Antriebe oder Brennstoffzellenfahrzeuge nicht oder erst sehr langfristig verfügbar. CNG, LNG und mittelfristig die e-Gase CBG¹ und LBG² sind hier die einzige kurzfristig und wirtschaftlich umsetzbare Alternative.



FACT SHEET PKW

In Deutschland werden Erdgasfahrzeuge (CNG-Pkw) seit Anfang der 90er Jahre angeboten. Ihr Anteil mit rund 90.000 Fahrzeugen ist am Gesamtbestand von aktuell 46,5 Millionen Pkw in Deutschland gering. Die aktuelle Diskussion um Fahrverbote hat dazu geführt, dass 2017 deutlich mehr Fahrzeuge mit alternativen Antrieben nachgefragt und zugelassen wurden. Der CNG-Antrieb konnte hierbei in der zweiten Jahreshälfte 2017 besonders zulegen.

CNG-Pkw unterschreiten die Grenzwerte der Euro VI für Stickoxid und Feinstaub bereits deutlich (Abb. 1). Im realen Betrieb sind CNG-Pkw im Emissionsverhalten noch einmal besser als moderne Diesel- oder Benzinfahrzeuge. Im Vergleich zu einem Euro-VI-Diesel-Pkw werden etwa 96 % weniger Stickoxide, rund 23 % weniger CO₂ und 50 % weniger Feinstaub emittiert. Ähnlich gute Werte werden im Vergleich zum Benzin erreicht.



CNG-Pkw erfüllen damit alle Voraussetzungen ohne Einschränkungen durch Fahrverbote oder andere Belastungen betrieben werden zu können.

Zukünftig kann CNG zunehmend durch Biomethan (CBG) ersetzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Zumischung von über Power-to-Gas-Verfahren hergestelltes synthetisches Methan. Damit wird es möglich Gaskraftstoffe erneuerbar herzustellen (e-Gas) und eine CO₂-neutrale Mobilität zu ermöglichen.

Die Automobilhersteller bieten CNG-Pkw vom Kleinwagen bis zur oberen Mittelklasse an (Abb. 2). Insgesamt sind etwa 30 Fahrzeugmodelle bzw. -varianten in diesen Segmenten im Markt. Eine Liste gängiger Fahrzeuge kann unter folgender Website eingesehen werden: <https://view.publitas.com/ngva-europe/ngv-catalogue/page/16-17>

Hersteller Segment	VW	Mercedes-Benz	Opel	Audi	Skoda	Fiat	Seat
Mini	Up				Citigo	Panda	Mii
Kleinwagenklasse	Polo					Punto, sool.	
Kompaktwagenklasse	Golf	B-Klasse	Astra	A3			Leon
Kastenwagen	Caddy, Caddy Maxi		Combo			Qubo	
Van/Minivan			Zafira				
(Obere) Mittelklasse				A4, A5	Octavia		
Oberklasse							

■ auf dem Markt verfügbar □ Kein Erdgasfahrzeug verfügbar

Abb. 2: Angebot an CNG-Pkw nach Herstellern und Marktsegmenten (Quelle: dena, Zukunft Erdgas, NGVA)

CNG-Pkw sind zwar in in der Anschaffung teurer als Benzinern. Im Vergleich zu Dieselfahrzeugen kosten sie aber etwa gleich viel oder sind leicht günstiger. Ein Vorteil der CNG-Pkw ist, dass ihre Betriebskosten aufgrund der niedrigen Kraftstoffpreise unter denen von vergleichbaren Benzinern oder Dieselfahrzeugen

liegen. Bereits bei geringen Fahrleistungen ist der CNG-Pkw somit wirtschaftlicher als seine Wettbewerber. Bei Fahrzeugen, die viel im Einsatz sind wie z. B. Taxen, ergeben sich bei hohen Laufzeiten Einsparungen von mehreren 1000 €.



Der ADAC untersucht regelmäßig die Wettbewerbsfähigkeit von Fahrzeugen bei verschiedenen Kraftstoffen. Am Beispiel der Audi

Modelle A3 und A5 g-tron ergibt sich für Vollkosten bei Diesel, Benzin und CNG folgendes Bild:

Beispiele: A3 und A5	Leistung (kW)	Reichweite (km)	Vollkosten in Cent je km ¹		
			10.000 km	20.000 km	30.000 km
A3 Sportback 1.0 TFSI	85	1100	60,4	37,8	30,3
A3 Sportback 1.6 TDI	85	1250	64,6	38,7	30,2
A3 Sportback g-tron (CNG)	81	420 (ca. 1300) ²	60,6	37,1	29,5
A5 Sportback 2.0 TFSI	140	930	88,1	53,8	42,5
A5 Sportback 2.0 TDI	140	910	91,3	53,6	41,5
A5 Sportback g-tron (CNG)	125	475 (ca. 950) ²	87,7	52,0	40,6

■ Benzin
 ■ Diesel
 ■ Erdgas (CNG)

Abb. 3: Vollkosten Pkw (Beispiel A3 und A5) für Kraftstoffe Diesel, Benzin und CNG im Vergleich. Eine vollständige Übersicht auch zu anderen Marken zeigt der detaillierte Vergleich: https://www.adac.de/_mmm/pdf/g-b-d-vgl_47097.pdf

Mit rund 900 Erdgastankstellen in Deutschland ist eine gute Abdeckung erreicht. Allerdings ist ihr Bestand leicht rückläufig. Auf der anderen Seite plant eine Industrieinitiative unter Führung von Volkswagen bis zum Jahr 2025 die Zahl der Erdgastankstellen auf 2.000 zu erhöhen.

Die Betankung mit CNG ist einfach und dauert kaum länger als das Tanken von Benzin oder Diesel. Je nach Modell können mit einer Tankfüllung im reinen Erdgasbetrieb rund 400 bis 600 Kilometer gefahren werden. Fahrzeuge sind mit einem Zusattank für Benzin ausgelegt. Damit steht eine ausreichende Reserve zur Verfügung.

Fazit

Mit Gas betriebene Pkw tragen erheblich zur Luftreinhaltung gerade in Städten bei und ermöglichen eine klimaschonende Mobilität. Fahrverbote oder Zufahrtbeschränkungen drohen nicht. Über den Einsatz von e-Gas können Gasfahrzeuge klimaneutral

fahren. Damit ist Gas-Mobilität eine schnell verfügbare und kostengünstige Alternative zur E-Mobilität. Das Fahrzeugangebot ist gut. Fahrzeughersteller bringen zunehmend weitere attraktive Modelle auf den Markt.

¹ bei g-tron im CNG-Betrieb

² bei bivalenter Nutzung (CNG und Benzin)



Erdgas

