



## Mercedes-Benz Citaro NGT

# Erdgas

**– die wirtschaftliche Alternative?**

**Der Mercedes-Benz Citaro NGT kombiniert die Vorzüge des Dieselpendants mit einem umweltfreundlichen, wirtschaftlichen und leisen Antrieb. Wir haben den Solo auf unserem Bonner Stadtkurs getestet.**

**E**s war ein Paukenschlag, als die Stadtwerke Augsburg (swa) Ende 2015 ihre zwei Dekaden währende Partnerschaft mit MAN bei der Beschaffung von CNG-Bussen vorerst beendete. Denn die Augsburger mit ihrer reinen Erdgasflotte hatten 68 Einheiten – 53 Gelenkbusse und 15 Solos – des neuen Mercedes-Benz Citaro NGT in Euro-6-Technik bestellt, die sukzessive zur Auslieferung anstehen. Die erste Charge mit 13 Gelenkbussen wurde im Februar 2016 in Dienst gestellt. Wichtige Gründe, die im standardisier-

ten Vergabeverfahren für das EvoBus-Produkt sprachen, waren das auf 60000 km verlängerte Ölwechselintervall und die prognostizierte Verbrauchsminderung um bis zu 20 % im Vergleich zum MB-Vorgängermodell dank neuer Motoren-generation. Zudem konnten die Fahrgastkapazitäten durch die Gewichts-minderung aufgrund des kompakteren Triebwerks und der leichteren Gasflaschen auf dem Dach gesteigert werden – von 93 auf 96 beim Solo und 149 auf 153 beim Gelenkzug, somit praktisch auf das Niveau vergleichbarer

Dieselmotore. Gleichzeitig kann der Gelenkbus sogar deutlich mehr Passagiere befördern als der um 0,75 m längere MAN Lion's City GL CNG. Besonders interessant – nicht nur für die swa – erscheint der Verbrauchsvorteil des neuen Triebwerks M 936 NGT (7,7 l / Hubraum, 222 kW Leistung, max. Drehmoment 1 200 Nm). Es ersetzt die beiden Aggregate M 906 LAG (6,9 l / 205 kW / 1 050 Nm) und M 447 hLAG (12 l / 240 kW / 1 250 Nm), die als Magermixmotoren ausgelegt und bis zur Abgasnorm Euro V/EEV zertifiziert

◀ **Der NGT beim Tankstopp an der einzigen Erdgastankstelle in Bonn am Potsdamer Platz** Foto: Bünnagel

waren. Der M 936 NGT besticht dagegen durch eine optimierte Verbrennung und einen Lambdawert von  $\lambda=1$ , der für einen niedrigen Kraftstoffverbrauch steht. So ermöglicht er eine Reichweite vergleichbar mit einem Diesel-Citaro – und ein sattes Plus von 27 % gegenüber dem CNG-Vorgängerfahrzeug. Vier bis acht Behälter aus polyethylen-, kohle- und glasfaserverstärktem Compositematerial mit je 227 l Volumen können auf Befestigungsschienen im Dach angebracht werden. Der Motorenvergleich macht zudem deutlich: In Relation zum Vorgänger M 906 LAG nimmt der Hubraum beim M 936 NGT um 12 % zu, während das Drehmoment um sogar 14 % und die Leistung um 7 % gesteigert wurde. Bezogen auf die Werte des M 447h LAG verkleinert sich das Hubvolumen um satte 36 %, während das Drehmoment lediglich um 4 % abnimmt, die Leistung um nur 8 %. Dennoch kann ein Bus mit M 936 NGT im Geschwindigkeitsvergleich trotz seines um rund 36 % kleineren Hubraums das Fahrzeug mit dem Vorgängermotor nach wenigen Sekunden hinter sich lassen. Und das neue Aggregat ist deutlich kompakter und rund 15 % leichter als der M 447 hLAG.

Weitere Pluspunkte des neuen Gasmotors: Er ist bei Temperaturen bis  $-26^{\circ}\text{C}$  ohne weitere Hilfsmittel startbar und wurde bereits auf bis zu 2500 m Höhe erfolgreich mit Fahrzeugen erprobt, die mit 26 t ausgeladen waren. Ein besonders Augenmerk richteten die Daimler-Techniker auch auf den Ölverbrauch und die Ölabscheidung der Kurbelgehäusegase. Die



Typisch für einen Erdgasbus: die hohen Dachaufbauten mit den CNG-Tanks

Foto: Daimler AG

Ölverbräuche in den Dauerläufen liegen bei sehr niedrigen Werten und betragen massebezogen nur 0,33 % des Kraftstoffbedarfs. Diese Werte werden durch die sorgfältige Auslegung des Zusammenspiels von Ringpaket, Ventilschaftabdichtung und Kurbelgehäuseentlüftung erreicht. Im Grunde genommen ist der NGT ein „normaler“ Citaro nur mit alternativem Antrieb, so dass – davon abgesehen –

Chassis und Aufbau praktisch identisch sind. Und selbst in der Motorperipherie finden sich bewährte Gleichteile, was die Ersatzteilversorgung erleichtert. Deshalb legten wir beim NGT-Test im Gegensatz zu den üblicherweise zu absolvierenden Testroutinen unser Hauptaugenmerk ausschließlich auf die Leistungsperformance

des Antriebs, Geräuschemissionen und Wirtschaftlichkeit des Gesamtpakets. Beginnen wir mit den Geräuschemissionen: Bei allerdings teilweise feuchter Fahrstrecke haben wir je nach Fahrzeuggeschwindigkeit Werte zwischen 63 bis 69 dB(A) gemessen (siehe Kasten „Messdaten“ S. 11) – gute Werte allenthalben, allerdings wohl nicht ganz an die Prämisse von Mercedes-Benz heranreichend, wo man etwas schwammig von „bis zu 4 dB(A) leiser“ als ein vergleichbarer Dieselmotor redet. Subjektiv wahrgenommen war das Geräuschniveau in der letzten Sitzreihe am linksseitigen Motorturm als sehr angenehm zu bezeichnen – auch ein Verdienst der hohen Laufruhe des Viertakters. Außerdem sorgt die hohe Verarbeitungsqualität im gesamten Innenraum

dafür, dass vom Aufbau kaum Geräusche ausgehen – kein Knarzen oder Klappern war zu vernehmen. Deutlich schwieriger als die Ermittlung der Lärmemissionen ist die Verbrauchsmessung im CNG-Bus zu erfassen und zu beurteilen. Lässt sich im Dieselmotor der Durchfluss des Kraftstoffs bis mehrere Stellen hinter dem Komma genau bestimmen, ist die Situation beim Erdgaspendant deutlich komplizierter. Denn es benötigt einen Tankdruck von 220 bar, um die Flaschen auf dem Busdach zu befüllen. Die meisten Tankstellen verdichten das Gas jedoch per Kompressor, es entstammt also nicht einer Hochdruckleitung. So schwankt der Tankdruck in der Regel zwischen 140 und 180 bar – nicht genug, um die Gasflaschen ausreichend zu füllen. Ideal wäre stattdessen ein höherer Tank- als Bedarfsdruck des Fahrzeugs. Auf diese Weise war es uns unmöglich, durch Nachtanke die Ergebnisse der Verbrauchsmessung per Laptop der Daimler-Techniker zu überprüfen, so dass wir uns darauf verlassen mussten. Das stellte allerdings noch lange nicht das einzige Problem beim Verbrauchsmessungsvorgang dar. Entscheidend beim Erdgasfahrzeug nämlich ist, was getankt wird. Man unterscheidet dabei zwischen zwei Sorten, H- und L-Gas. CNG der Gruppe H kommt meistens aus den GUS-Staaten sowie aus der Nordsee, genauer aus den Erdgasfeldern von Norwegen

**Die Verbrauchsmessung erwies sich als kompliziert**

lange nicht das einzige Problem beim Verbrauchsmessungsvorgang dar.



◀ **Erdgas marsch! Der Tankvorgang ist genauso unkompliziert wie beim Diesel und nimmt auch nicht mehr Zeit in Anspruch** Foto: Bünnagel

**STARK Mobile oder hängende BUS-WASCHANLAGE**  
 NEU 2017  
 mit Panorama Dachwäsche + Sitz  
 – mit Wassertank und Akku  
 selbstfahrend  
 – hängende Waschanlagen  
**Neue Modelle**  
 Tel.: 07967 328 - www.st-stark.de

**Mercedes-Benz Citaro NGT Technische Daten**

<b>Motor</b>	Stehend eingebauter Vier-Takt-Ottomotor Mercedes-Benz M 936 G, Single-Point-Injection, sechs Eingassventile in einem gemeinsamen Rail, geregelter Drei-Wege-Katalysator, Bohrung/Hub 110 x 135 mm, Abgasnorm Euro 6 Hubraum: 7 700 cm <sup>3</sup> Nennleistung: 222 kW/302 PS bei 2 000 min <sup>-1</sup> Max. Drehmoment: 1 200 Nm bei 1 200 bis 1 600 min <sup>-1</sup>
<b>Kraftübertragung</b>	Getriebe: Sechsgangautomatik ZF 6 AP 1200B EcoLife, i = 3,364 – 1,909 – 1,421 – 1,000 – 0,720 – 0,615 Antrieb: auf die Hinterachse, i = 5,820
<b>Fahrwerk</b>	Vorderachse: ZF RL 75 EC mit Einzelradaufhängung und Stabilisator (Serie), 2/2 Luftbälge/Stoßdämpfer Hinterachse: Niederflurportalachse ZF AV 132/83 mit Stabilisator, 4/4 Luftbälge/Stoßdämpfer Felgen/Bereifung: 10-Loch-Stahlscheibenräder 22,5 x 7,5“, Continental Urban HA3 275/70 R 22,5
<b>Bremsanlage/ Assistenzsysteme</b>	EBS mit ABS und ASR, ESP, Primäretarder, Scheibenbremsen rundum (Knorr SN 7), Haltestellenbremse mit Anfahrsperrung, Wank-Nick-Regelung (WNR)
<b>Lenkung</b>	Hydraulische Kugelmutterumlauf-Hydraulenlenkung ZF Servocom 8098, variabel übersetzt, Radeinschlag Vorderachse 42,4°/34,3° (max. möglich 53°/46°), Lenkungsämpfer
<b>Aufbau/Ausstattung</b>	Aufbau nach ECE-R 66.02, Fahrerschutz nach ECE-R 29, Elektronische Niveauregulierung (ENR), Kneeling (automatisch), Karosserie-Hebeanlage, Rekuperationsmodul 24 V mit Supercaps, LED-Leuchten: Abblend- und Fernlicht, Nebelscheinwerfer, Abbiegelicht, Tagfahrleuchten, Umfeldbeleuchtung im Einstieg unten, Fahrgastraumbeleuchtung, außerdem Herzzielanzeige (Vorbau, rechte Seite) und Nummernanzeige (linke Seite, Heck) in LED-Technik, vorderer Einstieg 1 zweiflügelige, doppelt verglaste Innenschwenktür, Mitteleinstieg zweiflügelige, elektrisch angetriebene Schwenkschiebetür, Außerspiegel elektrisch beheiz- und verstellbar, Innenspiegel elektrisch verstellbar, Videokameras über Fahrerplatz, an Decke Fahrgastraum, über Tür 2 und im Heck, Rückfahrkamera, Videomonitor am Fahrerplatz, Regen-Licht-Sensor, elektrisch betätigtes Sonnenrollo Windschutzscheibe, Klappfenster im 4. und 5. Fensterfeld, Brandmelde- und -löschanlage im Motorraum, manuelle Klapprampe an Tür 2, Fahrerkabinentür mit elektromagnetischer Schließung, integrierte Zahlkasse, Fach für Fahrertasche, Kleiderhaken hinter Sitz, Bestuhlung Mercedes-Benz City Star Eco, zwei Sondernutzungsflächen für Rollstuhl/Kinderwagen gegenüber und rechtsseitig vor Tür 2, 29“-TFT-Monitor im Fahrgastraum, USB-Doppel-Ladesteckdosen am Fahrerplatz und fünffach im Fahrgastraum
<b>Heizung/Klima/ Lüftung</b>	Aufdachklimaanlage Spheros Revo 320 (max. Kälteleistung 32 kW) mit Verdichter von Hispacold, Konvektorenheizung (Mindestleistung 12 kW) und vier Unterstuhlheizgebläse, Zusatzheizung Spheros Thermo 350, zwei elektrisch betätigte Notausstiegsluken mit Lüftungsfunktion
<b>Maße und Gewichte</b>	Länge/Breite/Höhe (mit Dachklimaanlage und Gasbehälter): 12 135/2 550/3 389 mm Radstand: 5 900 mm Überhang v/h: 2 805/3 430 mm Wendekreis: 21 214 mm Spurkreis: 17 058 mm Einstiegshöhe: 320 mm Laufganghöhe: 370 mm Höhe Podeste (ab Tür 2): 290 mm Innenstehhöhe: 2 313 mm Leergewicht: 11 721 kg Zul. Achslasten VA/HA: 7 500/11 500 kg Zul. Gesamtgewicht: 18 000 kg Testgewicht: 15 640 kg Fahrgastkapazität: 26 Sitzplätze/2 Klappsitze, 64 Stehplätze Volumen Gasanlage (6 Flaschen): 1362 l
<b>Preis</b>	Testfahrzeug: 309 000 €

und Dänemark. Es besitzt einen Methananteil zwischen 87 und 99,1 Vol. % liegt und zeichnet sich durch einen geringen Stickstoff- (N<sub>2</sub>) und Kohlendioxidanteil (CO<sub>2</sub>) aus. Der Heizwert liegt in der Regel zwischen 10,0 und 11,1 kWh/m<sup>3</sup>. Der Energiegehalt von 1 kg H-Gas entspricht ca. 1,3 l Diesel. Erdgas der Gruppe L weist einen geringen Methangehalt in der Regel zwischen 79,8 und 87 Vol. % auf. Der N<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Anteil liegt bei L-Gas, auch als „saurer Gas“ bezeichnet, etwas höher als bei H-Gas. Der Heizwert zwischen 8,2 und 8,9 kWh/m<sup>3</sup> ergibt einen Energiegehalt von 1 kg L-Gas entsprechend 1,1 l Diesel. Moderne Gasmotoren können beide Sorten verwerten, selbst gemischt. Allerdings konnten wir bis Redaktionsschluss letztendlich nicht klären, welcher Anteil sich im Tank befand. Die Mercedes-Benz-Technikabteilung tankt selber H-Gas, allerdings kam das Testfahrzeug kurz zuvor per Spediteur aus Spanien. Zwar war diesem die Tankung mit H-Gas vorgeschrieben, allerdings ist die Dichte von Zapfsäulen mit L-Gas mindestens in Deutschland viel höher als die mit H-Gas-Abgabe. Intern zieht die Testabteilung von Mercedes-Benz bei Verbrauchsmessungen unabhängig der verwendeten Sorte immer eine Gasprobe zur Bestimmung des spezifischen Energiegehaltes, da es selbst bei H-Gas starke Schwankungen bei der angebotenen Qualität gibt. Vor Ort war uns dies jedoch nicht möglich. Auch stand uns in Bonn nur eine CNG-Tankstelle zur Verfügung, und die vertreibt ausschließlich L-Gas. Lange Rede, kurzer Sinn: Gemessen haben wir, sogar bis drei Stellen hinters Komma (siehe „Messdaten“).

Foto: Bümme

**Fahrtstest Messdaten**

**Streckenbedingungen:** überwiegend feuchte, teilweise trockene Fahrbahn, bedeckt, zeitweise leichter Regen, 8 bis 13° C

**Fahrtstrecke:** Rolandseck – Bonn (Stadtrunde), 105 Haltestellen mit Türöffnung

Verbrauchsmessung	Ø-Verbrauch CNG	Ø-Geschwindigkeit
Schwerer Stadtverkehr (11,5 km):	48,861 kg/100 km	12,78 km/h
Leichter Stadtverkehr (22,7 km):	41,656 kg/100 km	17,35 km/h
Vorortverkehr (18,9 km):	38,788 kg/100 km	21,60 km/h
– davon Berg-/Talstrecke (6,1 km):	44,033 kg/100 km	21,53 km/h
<b>Gesamt (53,1 km):</b>	<b>42,196 kg/100 km</b>	<b>17,22 km/h</b>

**Geräuschmessung**

**Innengeräusche:** 0 km/h (Stand mit laufendem Motor, hinten gemessen): 57,0 dB(A)  
 50 km/h (vorne/hinten): 63,0/65,5 dB(A)  
 70 km/h (vorne/hinten): 67,0/69 dB(A)

**Außengeräusche:** 2 m hinter Heck, stehendes Fahrzeug mit laufendem Motor: 71,5 dB(A)

Eine genaue Analyse verbietet sich aber aufgrund der fehlenden Bestimmung der Energiedichte. Festhalten lässt sich nur: 42,196 kg/100 km CNG konsumierte der Motor bei einer – für unseren Testkurs mit 105 Haltestellen sehr typischen – Durchschnittsgeschwindigkeit von 17,22 km/h. Letztere hätte sogar leicht höher gelegen, wenn wir auf einem Abschnitt nicht für wenige Minuten durch einen rangierenden Autotransporter aufgehalten worden wären. Je nach Linienprofil reichte der durchschnittliche Erdgasverbrauch von 48,861 kg/100 km im schweren Linienverkehr bis 38,788 kg/100 km im Vorortverkehr.

Ist der NGT nun wirtschaftlicher als sein Dieselpendant? Auch auf diese Frage konnte unser Test keine letztendliche Antwort geben. Geht man davon aus, dass ein vergleichbar ausgestatteter und motorisierter Diesel-Citaro auf unserem schweren Testkurs voraussichtlich zwischen 38 und 40 l auf 100 km verbraucht, käme man bei 60 000 km Jahreslaufleistung auf 22 800 bis 24 000 l Verbrauch. Zum Vergleich wären es beim NGT laut unserer Messung 25 320 kg. Nimmt man die aktuellen Kraftstoffpreise an unserem Testtag (zur besseren Relation keine Großhandelspreise), dann

sähe die Jahresrechnung folgendermaßen aus (Diesel = 1,06 €/l, H-Gas = 1,04 €/kg, L-Gas = 0,90 €/kg): Bei Diesel läge man bei 24 168 bis 25 440 € im Jahr, bei L- bzw. H-Gas würde man irgendwo in einer Spanne von 22 788 bis 26 332 € landen, je nach Energiegehalt in den Tanks. Aufgrund der von uns erzielten Verbrauchswerte liegt der Schluss näher, dass sich mehrheitlich L-Gas in den Flaschen befunden hat, aber das lässt sich natürlich letztendlich nicht verifizieren. Nur dann oder mit einem deutlich sparsameren H-Gas-Verbrauch wäre der NGT wirtschaftlicher als der Dieselbruder von Mercedes-Benz. Denn er muss die höhe-

ren Anschaffungskosten von mindestens 24 000 € wieder hereinfahren. Mit 309 000 € rangiert unser Testwagen nämlich deutlich über einem vergleichbar ausgestatteten Diesel (ca. 285 000 €). Einbeziehen in die Rechnung muss man zudem die womöglich leicht höheren Wartungskosten z. B. für Zündkerzen- und Zündkabelwechsel oder neue Hochdruckschläuche sowie die Tankstelleninfrastruktur. Reichweitenprobleme besitzen heutige CNG-Busse kaum noch, erreicht doch der NGT-Testbus mit sechs Gastanks und 1 362 l bzw. 218 kg Fassungsvermögen – 1 l Erdgas entspricht ca. 160 g – eine mögliche Distanz pro Füllung von 520 km.

Ist der Erdgasbus also eine echte Alternative zum Diesel? Wohl eher nicht, scheut die Mehrheit der Betreiber die Investitionen in eine Erdgasinfrastruktur auf dem Betriebshof und eine Technik, die immer noch auf dem Verbrennerprinzip fußt. Die Tendenz geht momentan eindeutig zum Elektrobuss. Für die „Veteranen“ in Sachen

CNG-ÖPNV-Technik ist der NGT mit seinen überzeugenden Fahrleistungen und hoher Verarbeitungsqualität jedoch eine echte Alternative in der zur Verfügung stehenden Modellpalette. Mercedes-Benz hat mit dem neuen CNG-Motor und dem passenden Fahrzeug NGT im Erdgasbereich nämlich ordentlich Gas gegeben. Bei den Verkehrsbetrieben scheint das Daimler-Modell anzukommen – geht man von den Absatzzahlen aus. So

konnten die Stuttgarter einige Großaufträge vermelden. Die städtische

Verkehrsgesellschaft EMT Madrid beispielsweise orderte 82 Einheiten, darunter 40 Gelenkbusse und 42 Solos. Und erst kürzlich erhielt die Verkehr und Wasser GmbH (VWG) in Oldenburg zehn 12-m-Fahrzeuge.

CB ■

**Die Mehrkosten bei der Fahrzeugbeschaffung summieren sich auf rund 25 000 €**



↑ Wer hat wirtschaftlich die Nase vorn: CNG- (l.) oder Diesel-Citaro?

