



Mit Erdgas auf der Langstrecke – die neuen CNG-Modelle von Volkswagen

CNG Mobility Days, Berlin

Juni 2019

Hinweise:

Diese Presseinformation sowie Bildmotive und Filme zum Golf TGI und Polo TGI finden Sie im Internet unter www.volkswagen-newsroom.com

Ausstattungsangaben und technische Daten von Serienmodellen gelten für das in Deutschland angebotene Modellprogramm. Für andere Länder können sich Abweichungen ergeben.

*1 = Polo TGI, 66kW / Kraftstoffverbrauch in kg/100 km (NEFZ):
innerorts 4,3-4,1 / außerorts 2,8-2,7 / kombiniert 3,4-3,2; CO₂-Emission in g/km: 93-88
(kombiniert), Effizienzklasse: A+.*

*2 = Golf TGI, 96kW / Kraftstoffverbrauch in kg/100 km (NEFZ):
innerorts 4,7-4,5 / außerorts 2,9 / kombiniert 3,6-3,5; CO₂-Emission in g/km: 98-95
(kombiniert), Effizienzklasse: A+.*

*3 = Golf Variant TGI, 96kW / Kraftstoffverbrauch in kg/100 km (NEFZ):
innerorts 4,7 / außerorts 3,0 / kombiniert 3,6; CO₂-Emission in g/km: 99 (kombiniert),
Effizienzklasse: A+.*

*4 = eco up!, 50 kW / Kraftstoffverbrauch in kg/100 km (NEFZ):
innerorts 3,7-3,6 / außerorts 2,6 / kombiniert 3,0-2,9; CO₂-Emission in g/km: 82-81
(kombiniert), Effizienzklasse: A – A+.*

*5 = Caddy TGI/Caddy Maxi TGI Kraftstoffverbrauch in kg/100 km (NEFZ):
kombiniert 4,3-5,0; CO₂-Emission in g/km: 118-136 (komb.), Effizienzklasse: A–B.*



Kurzfassung

Die neuen Erdgas-Modelle von Volkswagen – mehr Reichweite und Fahrspaß

Mit zusätzlichem Erdgastank können Polo TGI und Golf TGI deutlich mehr Strecke im reinen CNG-Betrieb fahren. Im Golf bringt ein neuer 1.5 Liter TGI-Vierzylindermotor mehr Effizienz und Fahrdynamik.

Berlin, Juni 2019

Die neuen CNG-Modelle von Volkswagen

Mit den neuen Erdgas-Modellen Golf TGI und Polo TGI bereichert Volkswagen das Angebot an langstreckentauglichen CNG-Fahrzeugen (CNG = Compressed Natural Gas). Ein dritter Erdgastank an Bord erfüllt den Wunsch vieler Autofahrer, so lange Strecken wie möglich mit Erdgas zu fahren, um von den deutlich geringeren Kraftstoffkosten zu profitieren. So ergeben sich beim Golf TGI im reinen Erdgasbetrieb WLTP-Reichweiten von bis zu 420 Kilometern. Der neue Golf TGI und der neue Polo TGI sind konsequent darauf ausgelegt, im Regelfall mit Erdgas betrieben zu werden. Falls notwendig, funktioniert der Motor jedoch auch uneingeschränkt mit Benzin, das in einem zusätzlichen, kleinen Tank mitgeführt wird. Fachleute sprechen dabei von einer "quasi-monovalenten Auslegung".

Das Tanksystem

Um die größere Reichweite im Erdgasbetrieb zu erzielen, erhalten die neuen TGI-Modelle einen dritten Erdgastank aus speziell beschichtetem, hochfesten Stahl. Zusammen mit den beiden Erdgastanks aus einem mit Kohlenstoff-Fasern verstärktem Kunststoff (CFK) erreicht der Golf TGI ein Gesamtvolumen

Kontakt:
Volkswagen Kommunikation

Produktkommunikation
Peter Weisheit
Sprecher Kommunikation Technologie
Tel: +49 5361 9-71075
peter.weisheit@volkswagen.de



Mehr unter
volkswagen-media-services.com



von 115 Litern CNG-Tankkapazität. Das entspricht einer Reichweite von bis zu 420 Kilometern im praxisnahen WLTP. Im Vergleich zum Vorgängermodell mit bivalentem Tankkonzept fährt der neue Golf TGI mit CNG im NEFZ rund 80 Kilometer¹ weiter.

Auch der quasi-monovalente Polo TGI profitiert von einem zusätzlichen Erdgastank. In Verbindung mit den beiden Stahltanks erreicht der Polo TGI nun ein CNG-Tankvolumen von 91,5 Litern. Damit fährt der Polo TGI im WLTP-Zyklus mit einer Erdgas-Füllung bis zu 370 Kilometer weit, der Reichweiten-Zugewinn gegenüber dem Vorgängermodell liegt im NEFZ bei etwa 60 Kilometern.

Der neue 1.5 Liter Vierzylinder-Motor im Golf TGI

Der neue Golf TGI ist mit einem 1.5 Liter Vierzylinder-Ottomotor ausgestattet, der 96 kW (130 PS) leistet und ein maximales Drehmoment von 200 Nm erreicht. Mit dem Aggregat kommt der Golf TGI auf eine Spitzengeschwindigkeit von 206 km/h und bewältigt den Spurt von 0 auf 100 km/h in 9,6 Sekunden. Der Motor verwendet das innovative TGI-Miller-Brennverfahren mit einer hohen Verdichtung von 12,5:1, um den Wirkungsgrad zu steigern und die CO₂-Emissionen zu senken.

Damit es wegen des hohen Verdichtungsverhältnisses im Benzinbetrieb nicht zu motorschädigendem Klopfen kommt, verfügt der neue 1.5 Liter- Motor über eine variable, verstellbare Nockenwelle. Sie sorgt dafür, dass sich die Ventile in der Abwärtsbewegung des Kolbens frühzeitig schließen, wenn bei niedriger Drehzahl stark beschleunigt wird.

Zur Leistungssteigerung wird von einem Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie der Ladedruck erhöht und mehr Luft in den Zylinder gebracht. Dadurch kann der 1.5 Liter TGI-Motor auch im Erdgasbetrieb jederzeit aus niedrigen Drehzahlen heraus kräftig beschleunigen.

¹ Da das Vorgängermodell noch nach NEFZ homologiert wurde, musste die Berechnung des Zugewinns an Reichweite ebenfalls nach NEFZ vorgenommen werden.



Polo TGI mit bewährtem 1.0 Liter-Dreizylinder

Für den Antrieb des Polo TGI sorgt auch in der quasi-monovalenten Variante mit drittem Erdgastank der bereits seit 2017 in Serie produzierte 1.0 Liter Dreizylinder-Ottomotor. Dieser leistet 66 kW (90 PS) und erreicht ein maximales Drehmoment von 160 Nm. Mit dem Motor kommt der Polo TGI auf eine Spitzengeschwindigkeit von 183 km/h und beschleunigt von 0 auf 100 km/h in 11,9 Sekunden. Dank 6-Gang-Getriebe scheut der Polo TGI auch nicht vor sportlichen Aufgaben zurück.

Niedrige Abgas-Emissionen

Erdgas verbrennt generell emissionsärmer als Benzin oder Diesel. Die beiden TGI-Motoren sorgen darüber hinaus für besonders niedrige Abgas-Emissionen, indem sie mit dem von Volkswagen entwickelten Lambda-Split-Verfahren arbeiten. Dieses wird unter anderem dazu eingesetzt, unverbrannte Methan-Reste im Katalysator umzuwandeln.. So enthält das Abgas nochmals deutlich weniger Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Stickoxide (NOx) und nur minimale Anteile an Ruß oder Feinstaub.

CO₂-Vorteil von Erdgasfahrzeugen

Im Vergleich zu Benzin oder Diesel enthält Erdgas eine deutlich höhere Energiemenge und einen niedrigen Kohlenstoffanteil. Durch den Betrieb mit natürlichem Erdgas entstehen rund 25 Prozent weniger CO₂-Emissionen als beim Fahren mit Benzin. Entsprechend niedrig sind die CO₂-Emissionen der beiden Erdgasmodelle. So kommt der Golf TGI im praxisnahen WLTP-Zyklus auf CO₂-Werte von 112 bis 116 Gramm pro Kilometer, was einem Verbrauch von 4,1 bis 4,3 Kilogramm Erdgas entspricht. Der Polo TGI emittiert pro Kilometer im WLTP-Zyklus zwischen 102 und 110 Gramm CO₂ pro Kilometer und erreicht damit einen Kraftstoffverbrauch zwischen 3,7 und 4,0 Kilogramm Erdgas.

Biomethan und e-Gas

Noch besser sieht die Klimabilanz aus, wenn aus pflanzlichen Reststoffen gewonnenes Biomethan oder aus überschüssigem Grünstrom (Power-to-Gas)



erzeugtes e-Gas getankt wird. Dann haben Erdgasantriebe sogar das Potenzial, eine nahezu CO₂-neutrale Mobilität zu ermöglichen. Biomethan wird idealerweise aus biogenen Reststoffen wie Stroh, Klärschlamm oder Gülle hergestellt und steht in keinerlei Konkurrenz zur Nahrungsmittel-Produktion. Es ermöglicht einen nahezu geschlossenen Kreislauf, weil das beim Verbrennen von Biomethan freigesetzte CO₂ exakt der Menge entspricht, die die Biomasse zuvor der Atmosphäre entzogen hat. Synthetisches Methan kann auch aus überschüssigem Ökostrom gewonnen werden. Die Methanisierung von synthetischem Wasserstoff zu e-Gas wird bereits seit Jahren im industriellen Maßstab in der Pilotanlage der Audi AG im norddeutschen Werlte umgesetzt.

Ausbau von Modell-Angebot und Erdgas-Tankstellen

Um dem Erdgasantrieb zu einer breiteren Akzeptanz zu verhelfen, hat Volkswagen mit Vertretern der Energiewirtschaft eine CNG-Offensive gestartet. Dabei soll der Bestand an Erdgasfahrzeugen in Deutschland bis 2025 auf eine Million Fahrzeuge verzehnfacht, das Angebot an Erdgasmodellen ausgeweitet und die Anzahl an Erdgastankstellen in Deutschland auf 2.000 Stationen verdoppelt werden. Auch europaweit wird der Ausbau der Infrastruktur vorangetrieben werden. In ihrer Infrastruktur-Richtlinie gibt die EU mit Verordnung 2014/94 allen Mitgliedsstaaten vor, ein flächendeckendes CNG-Tankstellennetz in Ballungsräumen und entlang der Hauptverkehrsachsen einzurichten.

Elektrifizierung von Erdgasfahrzeugen

Einen Blick in die Zukunft bietet das CNG PHEV-Forschungsfahrzeug von Volkswagen. Dabei handelt es sich um einen Volkswagen Passat, dessen 1.4 Liter Vierzylinder-Motor im Erdgasbetrieb eine Leistung von 81 kW erreicht. Wie auch das benzinbetriebene Schwestermodell Passat GTE ist der CNG-Prototyp als Plug-In-Hybrid ausgelegt: Dem Erdgasmotor wird dazu ein 85 kW starker Hochvolt-Elektromotor und eine Lithium-Ionen-Batterie mit einem Energiegehalt von 9,9 kWh zur Seite gestellt. Dabei wird deutlich, dass der



kraftstoffbedingte CO₂-Vorteil von Erdgasfahrzeugen auch in Hybridfahrzeugen gehoben werden kann.

[Auf einen Blick](#)

Golf TGI und Polo TGI – mit Erdgas auf der Langstrecke

Mit einem quasi-monovalenten Tankkonzept bereichern die neuen Erdgas-Modelle Golf TGI und Polo TGI die CNG-Flotte von Volkswagen

Wichtige Fakten

Die neuen Erdgas-Modelle in Stichworten

- **Quasi-monovalentes Tankkonzept:** Mehr Reichweite im reinen Erdgasbetrieb schont Geldbeutel und Umwelt.
- **Neuer 1.5 Liter-Vierzylinder im Golf TGI:** TGI-Miller-Brennverfahren bringt mehr Effizienz und Fahrdynamik.
- **Polo TGI mit 1.0 Liter-Dreizylinder:** Ein dritter Erdgastank erhöht die Reichweite.
- **Niedrige Abgas-Emissionen:** Innovatives Lambda-Split-Verfahren unterstützt die saubere Verbrennung von Erdgas.
- **CO₂-Vorteil von CNG-Fahrzeugen:** Die positiven Kraftstoffeigenschaften von CNG senken die CO₂-Emissionen um rund 25 Prozent gegenüber Benzinern.
- **Biomethan und e-Gas:** Regenerativ erzeugtes CNG bietet die Chance für eine CO₂-neutrale Mobilität. Dazu eignen sich sowohl biogene Reststoffe, als auch regenerativ erzeugter Strom.
- **Mehr Erdgas-Modelle:** Bis 2025 soll der Bestand an Erdgasfahrzeugen in Deutschland auf eine Million steigen.

Kontakt:

Volkswagen Kommunikation

Produktkommunikation

Christoph Peine

Sprecher Baureihe Small

Tel: +49 5361 9-76500

christoph.peine@volkswagen.de



Mehr unter

volkswagen-media-services.com



- **Ausweitung des Tankstellennetzes:** Erweiterung in Deutschland auf 2.000 Stationen, weiterer Ausbau in Europa.
- **Elektrifizierung von CNG-Fahrzeugen:** Plug-in-Hybride können das volle CO₂-Potenzial des CNG-Kraftstoffes ausschöpfen.



Langfassung

Berlin, Juni 2019:

Die neuen Erdgas-Modelle von Volkswagen

Eine lange unterschätzte Antriebsart bekommt Rückenwind: Mit den neuen Erdgas-Modellen Golf TGI und Polo TGI bereichert Volkswagen das Angebot an langstreckentauglichen CNG-Fahrzeugen (CNG = Compressed Natural Gas). Herzstück der neuen Modelle ist eine quasi-monovalente Auslegung mit einem zusätzlichen, dritten Erdgastank, die im reinen Erdgasbetrieb WLTP-Reichweiten von bis zu 440 Kilometern ermöglicht. Als Reserve steht jedoch auch weiterhin ein kleiner Benzintank zur Verfügung. Damit erfüllt Volkswagen den Wunsch vieler Autofahrer, die auf Erdgas setzen. Denn im CNG-Betrieb sind die Kraftstoffkosten besonders niedrig und liegen derzeit zum Beispiel in Deutschland um etwa 20 Prozent unter denen eines vergleichbaren Dieselfahrzeugs. Gegenüber einem Benziner ist der Kostenvorteil in Deutschland mit etwa 40 Prozent sogar noch größer. Die Fahrer eines Erdgasfahrzeugs wollen deswegen so lange wie möglich mit dem gasförmigen Kraftstoff fahren und nur im Ausnahmefall auf Benzin zurückgreifen.

Wer ein Erdgasauto fährt, der schont nicht nur seinen Geldbeutel, sondern auch die Umwelt. Denn zum einen enthält CNG im Vergleich zu Benzin und Diesel eine deutlich höhere Energiemenge. 1,0 kg CNG entsprechen ca. 1,3 Litern Diesel oder 1,5 Litern Benzin. Zum anderen hat der Hauptbestandteil von CNG-Kraftstoffen (Methan = CH_4) aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung einen niedrigeren Kohlenstoffanteil als Benzin oder Dieselmotorkraftstoff. Die Folge: Bereits beim Betrieb mit natürlichem Erdgas entstehen rund 25 Prozent weniger CO_2 -Emissionen als beim Fahren mit Benzin. Noch besser sieht die Klimabilanz aus, wenn aus pflanzlichen Reststoffen gewonnenes Biomethan oder aus überschüssigem Grünstrom erzeugtes, synthetisches e-Gas zum Einsatz kommt: Dann haben CNG-Antriebe sogar das Potenzial für eine nahezu CO_2 -neutrale Mobilität. Und CNG bietet



noch einen weiteren Vorteil für die Umwelt: Weil es fast ausschließlich aus reinem Methan besteht und beispielsweise keine Zusatzstoffe wie Paraffine oder Aromate enthält, verbrennt es deutlich homogener und emissionsärmer als Benzin oder Diesel. So enthält das Abgas deutlich weniger Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Stickoxide (NOx) und nur minimale Anteile an Ruß oder Feinstaub.

Damit bei alledem der Fahrspaß nicht zu kurz kommt, hat Volkswagen für den Golf TGI einen neuen 1.5 Liter Vierzylinder-Ottomotor mit einer Leistung von 96 kW (130 PS) bei einem maximalen Drehmoment von 200 Nm entwickelt. Das Aggregat verwendet das innovative TGI-Miller-Brennverfahren, um die naturgemäß hohe Klopfestigkeit von Erdgas für eine hohe Verdichtung von 12,5:1 zu nutzen und damit den Wirkungsgrad zu steigern. Zusätzlich sorgt ein Turbolader mit variabler Turbinengeometrie (VTG) dafür, dass im Erdgasbetrieb auch bei niedriger Drehzahl und hoher Last ("Low-end-torque"-Bereich) ausreichend Turbinenleistung und Dynamikreserven zur Verfügung stehen.

Tanksystem in quasi-monovalenter Auslegung

Bislang setzten viele Erdgasfahrzeuge auf ein sogenanntes bivalentes Konzept. Dabei wird zusätzlich zum vorhandenen Benzintank ein CNG-Speichersystem im Fahrzeug untergebracht, um den Betrieb in beiden Antriebsarten zu ermöglichen. Für die meisten Fahrer ist dies jedoch noch nicht der optimale Kompromiss, weil sie aus Kostengründen viel lieber mit Erdgas unterwegs sind – im Alltag bleibt der groß dimensionierte Benzintank oft ungenutzt.

Für die Volkswagen-Ingenieure war dies Anlass für eine neue Herangehensweise, bei der eine maximale Reichweite im CNG-Betrieb an oberster Stelle steht und die einem monovalenten Ansatz schon sehr nahe kommt, also der alleinigen Optimierung auf den reinen CNG-Betrieb. Weil dennoch auf einen Benzin-Reservetank nicht ganz verzichtet wird – etwa für Urlaubsreisen in Länder, in denen aktuell noch wenige Erdgastankstellen zur Verfügung stehen – wird das Konzept auch als "quasi-monovalent" bezeichnet.



Dazu verkleinerten die Erdgas-Experten von Volkswagen den Benzintank auf ein Volumen von neun Litern, was beim Golf TGI einer Reserve-Reichweite von gut 200 Kilometern entspricht; beim Polo TGI liegt sie wegen des niedrigeren Verbrauchs sogar noch etwas höher. Den gewonnenen Bauraum im Unterboden vor der Hinterachse nutzten sie, um einen weiteren, dritten Erdgastank aus Stahl unterzubringen. Dieser Zusatztank verfügt beim Golf TGI über ein Volumen von 23 Litern und beim Polo TGI über ein Volumen von 16,5 Litern.

Das Ergebnis: Zusammen mit den beiden 46-Liter-Erdgastanks aus einem mit Kohlenstoff-Fasern verstärktem Kunststoff (CFK) erreicht der Golf TGI ein Gesamtvolumen von 115 Litern Tankkapazität. Das entspricht einer Gesamtfüllung von 18,3 Kilogramm mit CNG-Prüfkraftstoff nach EG-Richtlinie 1999/100/EG. Volkswagen zieht diesen Prüfkraftstoff heran, weil in einigen Ländern, wie Deutschland zwei verschiedene Kategorien von Erdgas-Kraftstoffen (H-Gas und L-Gas) getankt werden können und weil der CNG-Prüfkraftstoff einen guten Durchschnitt des Angebots darstellt. Abzüglich der minimalen Restfüllung im Tank, die mit 11 Bar festgelegt ist, können Fahrer des neuen Golf TGI so insgesamt 17,3 Kilogramm Erdgas bei einem Tankvorgang nachfüllen. Das entspricht einer Reichweite von bis zu 440 Kilometern im WLTP. Im Vergleich zum Vorgängermodell mit bivalentem Tankkonzept fährt der neue Golf TGI rund 80 Kilometer² weiter – und das bei einem Motor, dessen Leistung von 81 kW auf 96 kW gestiegen ist.

Auch der neue Polo TGI profitiert vom zusätzlichen 16,5-Liter-Erdgastank. In Verbindung mit den beiden Stahltanks mit jeweils 37,5 Litern Volumen, die auch im bivalenten Konzept verwendet wurden, erreicht der Polo TGI ein Füllvolumen von insgesamt 91,5 Litern, was einem Bruttoinhalt von 14,6 Kilogramm CNG und – nach Abzug der 11-Bar-Minimalfüllung – einer wiederbetankbaren Menge von 13,8 Kilogramm CNG-Prüfkraftstoff entspricht.

² Da das Vorgängermodell noch nach NEFZ homologiert wurde, wurde die Berechnung des Zugewinns an Reichweite ebenfalls nach NEFZ vorgenommen.



Dadurch fährt der Polo TGI im WLTP-Zyklus mit einer Erdgas-Tankfüllung 388 Kilometer weit, ohne auf die Benzinreserve zurückgreifen zu müssen. Der Reichweiten-Zugewinn gegenüber dem bivalenten Vorgängermodell liegt im NEFZ bei etwa 60 Kilometern.

Das Tanksystem speichert das Erdgas bei einem Druck von 200 Bar und bietet dabei höchste Sicherheit. Dafür sorgt unter anderem das Schutz-Lacksystem der Stahl tanks, die im Golf TGI und im Polo TGI eingebaut sind. Dazu entwickelte Volkswagen ein neuartiges Dreischicht-Lacksystem, das aus einer Zinkphosphatierung, einem Epoxy-Grundlack und einer Pulver-Decklackbeschichtung besteht und das sowohl die Lackhaftung als auch die Beschädigungstoleranz und die Beständigkeit gegenüber Korrosion signifikant erhöht. Dadurch sind die Flaschen sehr effektiv gegen alle äußeren Einflüsse geschützt. Die vom Gesetzgeber vorgegebene Gasanlagen-Sichtprüfung, die turnusmäßig bei Wartung oder TÜV-Vorführung durchzuführen ist, bleibt unverändert bestehen

1.5 Liter-Vierzylinder im Golf mit TGI-Miller-Brennverfahren

Der neue Golf TGI ist mit einem 1.5 Liter Vierzylinder-Ottomotor ausgestattet, der 96 kW (130 PS) leistet und ein maximales Drehmoment von 200 Nm erreicht. Mit dem Aggregat kommt der Golf TGI auf eine Spitzengeschwindigkeit von 206 km/h und bewältigt den Spurt von 0 auf 100 km/h in 9,6 Sekunden.

Bei der Entwicklung des neuen Motors lag das oberste Ziel darin, die Effizienz in allen Betriebspunkten zu steigern und damit Verbrauch und CO₂-Emissionen zu senken. Eine weitere Anforderung bestand darin, die Fahrdynamik im Erdgasbetrieb zu erhöhen und damit dieser Antriebsart zu einer breiteren Akzeptanz zu verhelfen. Um das zu erreichen, wendeten die Aggregateentwickler von Volkswagen drei Technologien an, die in nahezu perfekter Weise zusammenspielen: das TGI-Miller-Brennverfahren, ein hohes Verdichtungsverhältnis von 12,5:1 sowie einen Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie (VTG).



Das neue Motorenkonzept für den Golf TGI ist vom Vierzylinder-Motor des rein benzinbetriebenen Golf TSI abgeleitet und bereits in den Grundgenen für einen hocheffizienten Betrieb mit beiden Kraftstoffen ausgelegt. Basis dafür ist zunächst ein hohes Verdichtungsverhältnis. Dieses beschreibt das Verhältnis des Zylinderraums vor der Verdichtung, also das Gesamtvolumen eines Zylinders, zu seinem Restvolumen nach der Verdichtung. Mit einem vergleichsweise hohen Wert von 12,5:1 ermöglicht der neue 1.5 Liter Vierzylinder-Motor einen sehr effizienten Verbrennungsvorgang und damit einen hohen Wirkungsgrad.

Allerdings hat das für den Motor zugelassene Benzin mit einem Wert von ROZ = 95 eine deutlich niedrigere Klopfestigkeit als Erdgas, das auf Werte von bis zu ROZ = 130 kommt. Ohne Gegenmaßnahmen würde das hohe Verdichtungsverhältnis insbesondere bei niedriger Drehzahl und hoher Last ("Low-end-torque") zu unkontrollierter Verbrennung und Selbstentzündung des Benzins – dem sogenannten "Klopfen" – führen. Das ist zu vermeiden, weil dabei durch unzulässige Druckspitzen Motorteile beschädigt werden können. An dieser Stelle kommt das TGI-Miller-Brennverfahren ins Spiel: Mit Hilfe einer variablen, verstellbaren Nockenwelle auf der Einlassseite schließen sich die Ventile in der Abwärtsbewegung des Kolbens während des Ansaugvorgangs frühzeitig, wenn bei niedriger Drehzahl stark beschleunigt wird. Der genaue Schließzeitpunkt ist vom jeweiligen Betriebspunkt abhängig und wird von der Motorsteuerung bestimmt. Das frühe Einlassschließen senkt die Kompressions-Endtemperatur und sorgt im Zusammenspiel mit einer optimierten Ladungsbewegung für eine schnelle Verbrennung: Die Klopfneigung sinkt und die hohe Verdichtung im Benzinbetrieb wird möglich.

Wird der Motor mit Erdgas gefahren, entsteht dadurch aber eine neue Herausforderung. Denn jetzt führt das frühere Einlassschließen im TGI-Miller-Brennverfahren bei niedriger Drehzahl und hoher Last – wenn der Fahrer also bei Drehzahlen von weniger als 2.000 Umdrehungen pro Minute kräftig auf das Gaspedal tritt – zu einem sogenannten Füllungs-nachteil. Der Hintergrund: Während Benzin- oder Dieselmotoren Kraftstoff mit Hilfe von Einspritzdüsen direkt in



den Brennraum injiziert wird, verdrängt der einzublasende Methananteil die Luft im Ansaugrohr. Die geringere Luftmenge hätte jedoch in bestimmten Betriebspunkten Leistungsnachteile zur Folge.

Abhilfe schafft die dritte Säule des Konzepts: der Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie (VTG). Dieser ist mit beweglichen Turbinenschaufeln ausgestattet und kann sich bei niedrigem Abgasdruck gewissermaßen "vorspannen": Zunächst bewegt er seine Schaufeln, um einen Druck aufzubauen. Dann verändern die Schaufeln den Anströmwinkel, um über die Turbinenwelle den Verdichter anzutreiben und äußerst effektiv den Ladedruck zu erhöhen. Dadurch kann im Erdgasbetrieb die gleiche Luftmenge wie im Benzinbetrieb in den Zylinder gebracht werden und der 1,5 Liter TGI-Motor unabhängig vom Kraftstoff jederzeit aus niedrigen Drehzahlen heraus kräftig beschleunigen. Mit Erdgas wird er zudem im gesamten Kennfeld – wie bei CNG-Motoren üblich – mit einem stöchiometrischen Luftverhältnis von $\lambda = 1$ betrieben und bringt sowohl im Betrieb mit CNG als auch mit Benzin die gleiche Leistung von 96 kW und das gleiche maximale Drehmoment von 200 Nm. Der stöchiometrische Erdgas-Betrieb mit Verzicht auf Sauerstoffüberschuss ist auch Ursache für die niedrigen NO_x-Emissionen, weil die für eine großflächige Oxidationsreaktion von Stickstoffen zu NO_x erforderlichen, hohen Verbrennungstemperaturen von mehr als 2.200 Kelvin erst gar nicht entstehen.

Mehr Reichweite für den Polo TGI mit 1.0 Liter-Dreizylinder

Für den Antrieb des Polo TGI sorgt auch in der quasi-monovalenten Variante mit drittem Erdgastank der in 2017 in Serie gebrachte 1.0 Liter Dreizylinder-Ottomotor. Dieser leistet 66 kW (90 PS) und erreicht ein maximales Drehmoment von 160 Nm. Mit dem Motor kommt der Polo TGI auf eine Spitzengeschwindigkeit von 183 km/h und beschleunigt von 0 auf 100 km/h in 11,9 Sekunden.

Niedrige Abgas-Emissionen



Wie auch der 1.5 Liter TGI sorgt der Dreizylinder für niedrige Abgas-Emissionen, indem er mit dem von Volkswagen entwickelten Lambda-Split-Verfahren arbeitet. Dieses wird unter anderem dazu eingesetzt, unverbrannte Methan-Reste im Katalysator umzuwandeln. Um den Katalysator dafür rasch und effizient auf Betriebstemperatur zu bringen und zu halten, werden im Warmlauf und bei niedriger Last zwei Zylinder mit fettem Gemisch und Luftmangel ($\lambda =$ bis zu 0,85) und einer – beziehungsweise beim Vierzylinder-TGI zwei Zylinder – mit magerem Gemisch und Luftüberschuss ($\lambda =$ bis zu 1,15) befeuert. In Summe wird der Katalysator so zwar wieder mit $\lambda = 1$ beaufschlagt, durch die beiden mit fettem Gemisch betriebenen Zylinder lässt sich aber der Katalysator schneller aufheizen. Das führt zu erheblichen Vorteilen bei Verbrauch und Schadstoffausstoß. Dank einer elektrischen Beheizung kann die Lambdasonde ihre Regelung schon spätestens zehn Sekunden nach dem Kaltstart aufnehmen, auch wenn Abgas und Abgasanlage noch gewisse Mengen an Kondenswasser enthalten. Die effektive Umwandlung von Methan-Resten im Katalysator ist deswegen besonders wichtig, weil unverbranntes Methan ein deutlich höheres Treibhauspotenzial hat als Kohlendioxid.

CO₂-Vorteil von Erdgasfahrzeugen

Bei der Verbrennung hat Erdgas hingegen einen großen Vorteil gegenüber Antrieben mit flüssigem Kraftstoff wie Benzin oder Diesel. Denn bei gleichem Fahrzeuggewicht entstehen bezogen auf die Fahrleistung etwa 25 Prozent weniger CO₂-Emissionen. Wichtigster Grund dafür ist die chemische Zusammensetzung von Erdgas: Es besteht fast ausschließlich aus reinem Methan (CH₄), das einen vergleichsweise niedrigen Kohlenstoffanteil hat – in einem Methan-Molekül kommt auf vier Wasserstoff-Atome nur ein Kohlenstoff-Atom. Durch die hohe Anzahl an Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindungen ist gleichzeitig der Energieinhalt von Methan hoch: 1,0 kg CNG entsprechen ca. 1,3 Litern Diesel oder 1,5 Litern Benzin. Der Energiegehalt von 1,0 kg CNG beträgt je nach Qualität bis zu 13,2 kWh; die entsprechende Menge Diesel ergibt 9,9 kWh, beim Benzin sind es 8,8 kWh.



Entsprechend niedrig sind die CO₂-Emissionen des Golf TGI und des Polo TGI. So kommt der Golf TGI im neuen WLTP-Zyklus auf CO₂-Werte von 112 bis 116 Gramm pro Kilometer, was einem Verbrauch von 4,1 bis 4,3 Kilogramm Prüfkraftstoff entspricht. Der Polo TGI emittiert pro Kilometer im WLTP-Zyklus zwischen 102 und 110 Gramm CO₂ pro Kilometer und erreicht damit einen Kraftstoffverbrauch zwischen 3,7 und 4,0 Kilogramm CNG.

Biomethan und Power to Gas: Nahezu CO₂-neutrale Mobilität

Schon beim Betrieb mit fossilem Erdgas entsteht so weniger Kohlendioxid beim Fahren. Noch besser sieht die Bilanz aus, wenn die Erdgasfahrzeuge mit regenerativ erzeugten Kraftstoffen betankt werden. Wird etwa der Golf TGI mit aus organischen Reststoffen gewonnenem Biomethan gefahren, dann sinkt die CO₂-Emission gegenüber einem benzinbetriebenen Golf TSI in der Well-to-Wheel-Betrachtung von Kraftstoffbereitstellung (Well-to-Tank) und Nutzung (Tank-to-Wheel) um 82 Prozent³. Wird wasserstoffbasierter e-Kraftstoff verwendet – also synthetisches Methan, das aus überschüssigem Grünstrom produziert wurde – dann sinkt die CO₂-Emission in der Well-to-Wheel-Betrachtung sogar um 89 Prozent.

Biomethan wird idealerweise aus biogenen Reststoffen wie Stroh, Klärschlamm oder Gülle hergestellt und steht in keinerlei Konkurrenz zur Nahrungsmittel-Produktion. Um Biomethan zu erzeugen, werden die organischen Reststoffe zunächst in großen Fermentern von Bakterien zersetzt. Dabei entsteht ein Rohbiogas, das anschließend durch verschiedene physikalische und chemische Reinigungs-Verfahren zu Biomethan aufbereitet wird. Zwar entsteht auch bei Verbrennung von Biomethan etwa die gleiche Menge an CO₂ wie bei fossilem Erdgas. Aber die CO₂-Menge, die beim Verbrennen von Biomethan freigesetzt wird, entspricht exakt der Menge, die die Biomasse zuvor der Atmosphäre entzogen hat. So entsteht ein nahezu geschlossener CO₂-Kreislauf. Aufgrund seiner identischen Kraftstoffeigenschaften kann Biomethan im Golf TGI und

³ Diese Well-to-Wheel-Berechnung wurde mit dem Golf TSI / TGI-Vorgängermodell in der 80 kW-Leistungsklasse vorgenommen.



Polo TGI – wie in jedem anderen CNG-Modell des Volkswagen Konzerns – direkt zum Einsatz kommen und darüber hinaus in beliebiger Menge dem fossilen Erdgas beigemischt werden, wodurch sich die CO₂-Bilanz dieses Kraftstoffes sofort verbessern lässt. In Deutschland beispielsweise enthält CNG-Kraftstoff derzeit bereits durchschnittlich knapp 20 Prozent regenerativ erzeugtes CNG – Tendenz steigend. In Deutschland kann heute bereits an 141 CNG-Tankstellen 100%-iges Biomethan getankt werden – zum Wohle der Umwelt.

Synthetisches Methan kann aber nicht nur aus Reststoffen, sondern auch aus überschüssigem Ökostrom gewonnen werden. Denn die Stromproduktion von Solarkraftwerken und Windkraftanlagen schwankt je nach Wetterlage. Mit dem weiteren Ausbau regenerativer Stromerzeugung muss jedoch auch immer mehr überschüssige Leistung an bestimmten Tagen vom Netz genommen werden: Nach den Zahlen der Bundesnetzagentur stieg die netzbedingte Abregelung erneuerbarer Energieträger im Jahr 2017 auf 5.518 Gigawattstunden an. Anstatt die Solar- und Windkraftwerke abzuschalten, kann der überschüssige Strom dazu genutzt werden, e-Gas zu erzeugen. Dabei wird zunächst aus Wasser im Elektrolyse-Verfahren reiner Wasserstoff gewonnen. Im zweiten Schritt wird dann der Wasserstoff mit Kohlendioxid zu Methan verarbeitet. Dabei kann auch das Kohlendioxid verwendet werden, das durch die Produktion von Rohbiogas entstanden ist. Als Speicher steht das gesamte deutsche Erdgasnetz mit einer Kapazität von 240 Terawattstunden bereit – wenn man so will ein gigantischer Akku für grünen Strom, der durch CNG-Mobilität oder durch Gaskraftwerke jederzeit genutzt werden kann. Die Methanisierung über das Zwischenprodukt synthetischen Wasserstoffs zu e-Gas wird bereits im industriellen Maßstab in der Pilotanlage der Audi AG im norddeutschen Werlte erprobt.

Ausbau von Modell-Angebot und Erdgas-Tankstellen

Um das große CO₂-Potenzial von Erdgasfahrzeugen zu heben und dieser Antriebsart zu einer breiteren Akzeptanz zu verhelfen, hat Volkswagen mit



Vertretern der Energiewirtschaft und Betreibern der Erdgas-Infrastruktur eine CNG-Offensive ins Leben gerufen. Wichtigstes Ziel ist dabei, den Bestand an Erdgasfahrzeugen in Deutschland bis 2025 von knapp 100.000 auf eine Million Fahrzeuge zu verzehnfachen. Um das zu erreichen, soll zum einen das Angebot an Erdgasmodellen ausgeweitet und zum anderen die Anzahl an Erdgastankstellen erhöht werden. Derzeit gibt es nahezu 900 Erdgastankstellen in Deutschland und das Netz soll bis 2025 auf 2.000 Stationen mehr als verdoppelt werden. Auch europaweit soll der Ausbau der Infrastruktur vorangetrieben werden. In ihrer Infrastruktur-Richtlinie gibt die EU mit Verordnung 2014/94 allen Mitgliedsstaaten vor, ein flächendeckendes CNG-Tankstellennetz in Ballungsräumen und entlang der Hauptverkehrsachsen einzurichten.

Neben dem Golf TGI, dem Polo TGI und dem ganz neu hinzugekommenem Golf Variant TGI bietet Volkswagen noch den eco up!, den eco load up! und verschiedene Varianten des Caddy TGI und Caddy Maxi TGI an. Im Volkswagen Konzern sind heute bereits 19 verschiedene CNG-PKWs erhältlich, vom kleinen City-Fahrzeug bis zum großen Transporter. Darüber hinaus bieten MAN und Scania diverse Varianten von Bussen und Trucks mit CNG- und LNG-Antrieb an. Weitere Modelle sollen in den kommenden Jahren die Auswahl für den Kunden bereichern.

Elektrifizierung von Erdgasfahrzeugen: PHEV-Prototyp

Einen Blick in die Zukunft bietet das CNG PHEV-Forschungsfahrzeug von Volkswagen. Dabei handelt es sich um einen Volkswagen Passat GTE, dessen 1.4 Liter Vierzylinder-Motor im CNG-Betrieb eine Leistung von 81 kW erreicht. Wie auch das benzinbetriebene Schwestermodell ist der Prototyp als Plug-In-Hybrid ausgelegt: Dem CNG-Motor wird dazu ein 85 kW starker Hochvolt-Elektromotor und eine Lithium-Ionen-Batterie mit einem Energiegehalt von 9,9 kWh zur Seite gestellt. Damit kommt der Prototyp in der Kombination auf eine Systemleistung von 126 kW und ein maximales Drehmoment von 350 Nm.

Presseinformation



Volkswagen

Mit einer berechneten CO₂-Emission von nur 34,9 Gramm pro Kilometer liegt das erdgasbetriebene PHEV-Forschungsfahrzeug um rund 20 Prozent niedriger als der benzinbetriebene Passat GTE. Zusätzliches Potenzial wollen die Volkswagen-Forscher erschließen, indem sie die Betriebsstrategie des Verbrennungsmotors noch weiter auf den CNG-Betrieb hin optimieren. Doch schon jetzt wird deutlich, dass der kraftstoffbedingte CO₂-Vorteil von CNG-Fahrzeugen auch in Hybridfahrzeugen gehoben werden kann.