

Autogas und Erdgas im wissenschaftlichen Vergleich

„Evaluierung alternativer Pkw-Antriebssysteme. CNG-, LPG- und Benzin betriebene Pkw im Vergleich“ lautet der Titel einer Studie der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE) in München vom Dezember 2004. Autogas und Erdgas wurden „auf ihre Vor- und Nachteile bezüglich des Einsatzes in Kraftfahrzeugen hin untersucht und mit konventioneller Technik verglichen“.

Unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner (Technische Universität München) wurden die physikalischen Eigenschaften, Herkunft und Verfügbarkeit der Kraftstoffe, ihre Alltagstauglichkeit hinsichtlich Reichweite und Betriebssicherheit, der jeweilige Energieaufwand für die Betankung sowie die Gesamtauswirkungen auf die Umwelt verglichen. Dabei wurden Transport, Speicherung und Verteilung der Kraftstoffe ebenso berücksichtigt wie die Höhe der Emissionen und deren Auswirkungen auf das Klima. Eine zentrale Rolle spielte die Wirtschaftlichkeit von Gasantrieben unter Berücksichtigung der Investitionskosten für das Fahrzeug sowie der Wartungs- und der Betankungskosten. „LPG und CNG sind derzeit wesentlich kostengünstiger als Biodiesel, Biomethanol, Biogase, Flüssigerdgas oder Wasserstoff bereitzustellen.“

Erdgas in verdichteter Form, wie es für den Kraftstoff-Einsatz gebraucht wird, ist auch unter dem Kürzel CNG (Compressed Natural Gas) bekannt. Für das leitungsunabhängige Flüssiggas ist die Bezeichnung „Autogas“ gebräuchlich, im Ausland die Abkürzung LPG (Liquified Petroleum Gas).

Zusammenfassung des Vergleiches CNG zu LPG

Der Endenergieverbrauch von Erdgas- und Autogasfahrzeugen hat etwa das gleiche Niveau. Der Primärenergieaufwand inkl. Bereitstellungsaufwand ist für CNG aufgrund der erforderlichen Kompression an der Tankstelle höher als bei Autogas.

Die CO₂-Emissionen (direkte und energiebedingte indirekte CO₂-Emissionen) für den Betrieb von CNG - Fahrzeugen liegen rund 7 % unterhalb der von Autogasfahrzeugen. Unter Berücksichtigung des Treibhauspotenzials durch Leckage während des Transports von Erdgas sind die Treibhausgas-Emissionen nahezu identisch.

Autogas-Tanks werden mit niedrigeren Drücken betrieben (ca. 8 bar gegenüber ca. 200 - 250 bar Erdgas-Befülldruck), was in der Regel eine freiere Formgebung der Kraftstofftanks und somit weniger Einschränkungen der Ladevolumina in Fahrzeugen ermöglicht.

Die höhere spezifische Energiedichte bei Flüssiggasspeicherung erlaubt höhere Reichweiten mit einer Tankfüllung Autogas im Vergleich zu CNG (bei gleichem Tankvolumen), ohne die Nutzlast oder den Stauraum des Fahrzeuges erheblich einzuschränken.

Für LPG existiert eine einheitliche europäische Norm hinsichtlich der Kraftstoffqualität – Erdgas wird in wechselnden Gasbeschaffenheiten angeboten; dies kann gegebenenfalls Rückwirkungen auf das Emissionsverhalten und die Reichweite mit einer Tankfüllung haben. LPG kommt wie Benzin in Tankwagen zur Tankstelle und gewährleistet damit eine flexiblere Tankstellen-Standortwahl; Erdgas-Tankstellen benötigen einen Anschluss an ein Gas-Versorgungsnetz.

Der durchschnittliche Endverbraucherpreis in Deutschland bezogen auf die Kilowattstunde Kraftstoff für CNG frei Tankstelle liegt rund ein Drittel unter dem mittleren LPG-Preis.

Während die spezifischen Treibstoffkosten für CNG geringer sind, ist die CNG - Nachrüstung deutlich teurer als für Autogas, wodurch sich LPG - betriebene Fahrzeuge etwas früher amortisieren.

Für beide Gaskraftstoffe gibt es in Deutschland eine Steuerbegünstigung bis 2018.

Autogas reduziert die Schadstoffe

Der Kraftfahrzeugverkehr ist eine der wesentlichen Ursachen der Luftverunreinigung. Besonders in Ballungsgebieten führen die Abgase zu gravierenden Beeinträchtigungen von Mensch und Umwelt. Obwohl konventionell angetriebene Fahrzeuge heute weniger Schadstoffe ausstoßen als noch vor einigen Jahren, stellen z. B. Sommersmog und der Ausstoß von Abgasstoffen wie Benzol und Russpartikel weiterhin erhebliche Umweltbelastungen dar. Vor allem die Schadstoffemissionen von Dieselmotoren stehen hierbei im Blickpunkt der Kritik.

Vor dem Hintergrund des zunehmenden Treibhauseffektes muss der Ausstoß klimaschädigender Stoffe wie CO² und Methan durch den Straßenverkehr deutlich reduziert werden. Dies gilt gleichermaßen für die stetig zunehmenden Lärmbelastigungen.

In den letzten Jahren hat sich der Bestand und der Nutzungsgrad der Kraftfahrzeuge stetig erhöht. Ein Ende ist nicht in Sicht. Nach Prognosen des Umweltbundesamtes wird der motorisierte Personenverkehr und in noch stärkerem Maße der Straßengüterverkehr weiter ansteigen. So soll laut Expertenmeinung allein der Güterverkehr auf deutschen Straßen bis zum Jahr 2010 um rund 30 Prozent zunehmen. Ein Anstieg der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen innerhalb und außerhalb von Ballungsräumen ergibt sich daraus zwangsläufig.

Autogas entlastet die Umwelt

Gegenwärtig sind in Deutschland rund 45 Millionen Pkw zugelassen. Der Anteil privat genutzter Pkw beträgt etwa 80 %. Verkehrsbedingte Abgase sind für Smog verantwortlich und tragen zum Sterben der Wälder bei. Autogasfahrzeuge können diese Belastungen mindern. Schadstoffe wie Schwefeldioxid, Ruß und andere luftverunreinigende Partikel treten praktisch nicht auf.

Gleichzeitig wird der Ausstoß gesundheitsschädlicher Abgasbestandteile wie Benzol, Aldehyde und polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) deutlich herabgesetzt. Und auch die Klimabilanz fällt deutlich positiver aus: Fahrzeuge im Autogasbetrieb emittieren gegenüber Benzinfahrzeugen rund 18 Prozent weniger des Treibhausgases CO₂. Busse und Nutzfahrzeuge mit einem optimierten Autogasmotor unterschreiten deutlich die in der Europäischen Union erst für 2005 angestrebten Schadstoffgrenzwerte EURO 4 und können bereits heute das Niveau der ab 2008 festgelegten Emissionsgrenzwerte erreichen. Auch Pkw mit einer modernen Autogasanlage können schon jetzt die Grenzwerte der ab 2005 geltenden EURO 4 einhalten und stoßen insbesondere im Vergleich zu einem Diesel-Pkw weit weniger Schadstoffe aus. Autogasmotoren arbeiten deutlich leiser als konventionelle Motoren. Verantwortlich dafür ist eine weichere Kraftstoffverbrennung im Motor, die gegenüber Dieselfahrzeugen bis zu 50 Prozent weniger Lärm verursacht.

Alternative Antriebskonzepte

Die wachsende Bedeutung des Umweltschutzes, aber auch die Erkenntnis der Bundesregierung, dass nur eine drastische Reduzierung der Kraftstoff-Emissionen eine spürbare Verbesserung bringen wird, führte letztlich zu der Entscheidung, den Einsatz gasbetriebener Fahrzeuge steuerlich zu fördern. Die dafür notwendigen Rahmenbedingungen hat der Gesetzgeber inzwischen geschaffen: Bis zum Jahr 2009 wurde ein deutlich ermäßigter Steuersatz für Autogas festgeschrieben. Selbst die Belastung durch die Ökosteuer ist wesentlich geringer als bei Benzin oder Diesel.

Der TÜV Bayern-Sachsen hat alternative Kraftstoffe detailliert geprüft und miteinander verglichen. Im Endergebnis bescheinigen die Experten Autogas eine hervorragende Umweltbilanz. Vergleichbare Resultate erreichen lediglich Wasserstoff und Erdgas.

Zu gleichen Ergebnissen kommen auch andere international renommierte Institute, die diese Thematik ebenfalls ausgiebig untersucht haben, wie z. B. TNO Automotive (Niederlande), Millbrook Proving Ground (GB), Argonne National Laboratory (USA).

Die aktuell europaweit durchgeführte EETP-Studie an mehreren Benzin-, Diesel und Autogas-Fahrzeugmodellen bestätigt, dass Autogasfahrzeuge aufgrund ihrer sehr geringen Abgasemissionen bei den gesetzlich geregelten Schadstoffkomponenten als auch bei den nicht reglementierten Luftschadstoffen einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität leisten können. Für eine umfassende Beurteilung der klimawirksamen Schadstoffemissionen sind neben den verbrauchsgebundenen Fahrzeugemissionen die gesamte Kette der Kraftstoffbereitstellung – von der Gewinnung und Produktion über den Transport zur Tankstelle bis zur Abgabe an den Zapfsäulen zu analysieren. Betrachtet man diese Effekte für verschiedene Fahrzeugantriebe, so ergeben sich aus entsprechenden „well to wheel“ - Analysen“, dass Autogasfahrzeuge und Erdgasfahrzeuge nahezu auf dem selben Niveau und um rund 18 % unter den äquivalenten CO₂ Emissionen bei Benzinfahrzeugen liegen. Nach Auffassung des UBA konzentriert sich beim Straßenverkehr die zukünftige Umweltproblematik gerade auf die verursachten Klimateffekte bzw. CO₂-Emissionen.

Auch hinsichtlich der aktuellen Schadstoffproblematik bei Russpartikeln und Stickoxid-Emissionen von Dieselfahrzeugen weisen Gasfahrzeuge gegenüber Dieselfahrzeugen sehr viel geringere Emissionen auf. So zeigen Ergebnisse von Millbrook Proving Ground (GB) und NSCA (National Society for Clean Air, Großbritannien) sowie der EETP-Studie, dass unter realen Fahrbedingungen z. B. der Ausstoß von Russpartikeln bei Autogasfahrzeugen um ein vielfaches unter dem bei Dieselfahrzeugen liegt – und das nicht nur bei den relativ großen sondern auch bei sehr kleinen Partikeln. Dies ist insoweit von Bedeutung, da diese Kleinstpartikel auch von heutigen Dieselfahrzeug-Partikelfiltern nicht vollständig erfasst werden.

Die Fahrzeugtechnik

Die Autogastechnik steht für die nachträgliche Umstellung von Benzinfahrzeugen ebenso zur Verfügung wie für Neuwagen. Einige Fahrzeughersteller bieten entsprechende Modelle bereits ab Werk.

Hinsichtlich ihrer Kraftstoffversorgung lassen sich Autogasfahrzeuge in zwei Gruppen einteilen:

- monovalente Fahrzeuge, die ausschließlich mit Flüssiggas fahren.
- bivalente Fahrzeuge, die neben dem Gastank weiterhin über den ursprünglichen Benzintank verfügen und somit beide Kraftstoffarten nutzen können.

Autogas bietet den Vorteil, dass es in herkömmlichen Otto-Motoren auf einfache Weise eingesetzt werden kann. Dies ermöglicht den Antrieb wahlweise mit Autogas oder Benzin. Per Knopfdruck kann bei einem bivalenten Antrieb – auch während der Fahrt – von Autogas- auf Benzinbetrieb gewechselt werden. Damit ist auch bei einem einmal leeren Gastank eine Weiterfahrt ohne Unterbrechung möglich. Der bivalente Antrieb garantiert somit eine deutlich größere Reichweite. Ein Pluspunkt, der in der gegenwärtigen Aufbauphase des Autogastankstellennetzes einen besonderen praktischen Wert hat.

Die technischen und ökologischen Vorteile von Autogas lassen sich in einem speziell auf den Autogasbetrieb optimierten Fahrzeugmotor (Werkslösung von Fahrzeugherstellern) am besten ausnutzen. Durch die gezielte Motorabstimmung können gerade die Emissionsvorteile bei gleichzeitiger Erhöhung des Motor-Wirkungsgrades voll genutzt werden. Bei Werkslösungen lassen sich zudem auch Kosteneinsparpotentiale bei der Installation, z. B. beim Tankeinbau, nutzen.

Die in Pkw und leichten Nutzfahrzeugen eingesetzte Autogastechnik ist bisher noch durchweg für den bivalenten Antrieb ausgelegt. Bei Nachrüstungen wird hierbei mittels eines speziellen Einbausatzes in einem serienmäßigen Benzinfahrzeug die zusätzliche Nutzung von Autogas

ermöglicht. Der eigentliche Benzinbetrieb bleibt davon unberührt. Bei Bussen und schweren Nutzfahrzeugen wird dagegen ausschließlich eine monovalente Autogastechnik verwendet.

Wichtigstes Kriterium für eine bivalente Autogasanlage ist, dass sie mit der in dem umzurüstenden Benzinfahrzeug jeweils eingesetzten Kfz-Technologie kompatibel ist. Dies hat im Laufe der Jahre zur Entwicklung verschiedener Autogastechnologien geführt. Die am Markt vorhandenen Autogassysteme lassen sich zum einen in so genannte Venturisysteme (selbst ansaugende Systeme) und Einspritzsysteme und zum anderen in Systeme der 1., 2. und 3. Generation unterteilen.

Vom grundsätzlichen Aufbau her überführt ein Verdampferdruckregler das aus dem Tank in flüssiger Form geleitete Autogas in einen gasförmigen Zustand. Gleichzeitig wird dieses Gas auf den für die Gemischbildung notwendigen Druck reduziert. Moderne Autogassysteme ähneln prinzipiell einer Benzineinspritzanlage und erfassen zur Regelung der Gemischbildung eine Vielzahl von Motorkenngrößen. Sie führen dabei das Gas mit Überdruck in separaten Leitungen direkt bis vor die Einlassventile der einzelnen Zylinder. Ein Mikroprozessor regelt den Autogasantrieb und stellt so eine schadstoffarme und wirkungsoptimierte Verbrennung im Motor sicher.

Die speziellen Eigenschaften von Flüssiggas ermöglichen sowohl die Einspritzung von gasförmigem als auch von flüssigem Autogas. Im Gegensatz zu Gasphase-Einspritzsystemen entfällt bei Flüssigphase-Einspritzsystemen die Verdampfereinrichtung. Bei diesen Anlagen sichert eine im Autogastank installierte Pumpe in Verbindung mit einem Druckregler einen konstanten Druck der Flüssigphase vor den elektromechanischen Einspritzdüsen.

Der Autogastank

Als Kraftstofftanks für Autogasfahrzeuge werden spezielle Autogastanks – im allgemeinen Stahlbehälter – verwendet, die mit entsprechenden Absperr- und Sicherheitseinrichtungen ausgerüstete sind. Die Tanks können innerhalb des Fahrzeuges, z. B. in der Reserveradmulde im Kofferraum, oder als Unterflurtanks montiert werden. Autogas wird unter verhältnismäßig geringen Drücken von ca. 8 bar in flüssiger Form im Autogastank gespeichert (zum Vergleich: Erdgas ca. 200 bar). Dies ermöglicht schon mit relativ kleinen Autogastanks große Reichweiten. Mit den gängigen Tankgrößen lassen sich so z. B. je nach Fahrweise und Fahrzeugtyp problemlos 400 bis 600 Kilometer mit einer Tankfüllung zurücklegen.

Das Tanken von Autogas ist durch die Ausrüstung der Fahrzeuge ebenso einfach wie das Tanken von Benzin oder Diesel. Die Betankungszeiten sind sehr kurz und vergleichbar mit denen bei konventionellen Kraftstoffen.