





# Alternative Kraftstoffe: Typen und ihre Charakteristika

Stefan Mitterer, OELCHECK GmbH




Lizenziert für Gast am 06.11.2023 um 13:40 Uhr





Bis wir alle mit einem Elektroauto oder mit Hilfe von Wasserstoff unterwegs sind, wird noch viel Zeit vergehen. Damit Deutschland bis 2050 das hoch gesteckte Ziel der Klimaneutralität erreichen kann, werden mindestens bis dahin alternative Kraftstoffe eine wichtige Rolle spielen. Einige von ihnen werden bereits heute in großem Stil in Reinform oder als Beimischung zu fossilen Diesel- und Otto-Kraftstoffen eingesetzt. Das deutsche Biokraftstoff-Quotengesetz (BioKraftQuG) schreibt seit 2007 sogar einen Mindestanteil von Biokraftstoffen am gesamten Kraftstoffabsatz in Deutschland vor.

PFLANZENÖLE		
	Herstellung / Basis	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Reine, weitgehend unbehandelte aus Pflanzen gepresste Öle.</li> <li>› Meist aus Raps; außerdem aus Soja, Mais oder Sonnenblumen.</li> <li>› Die Öle werden direkt aus den Pflanzen gepresst. Zusätzlich werden sie mit Lösemittel noch aus dem verbleibendem Presskuchen extrahiert.</li> <li>› Anschließend erfolgt eine Filterung und Reinigung, wobei neben Feststoffen auch Bestandteile wie Kalzium, Magnesium oder Phosphor reduziert werden.</li> </ul>
	Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>› An herkömmlichen Tankstellen nicht verfügbar.</li> <li>› Meist nur beim Erzeuger (Landwirt) erhältlich. Überschaubare Logistik.</li> </ul>

Eingangsabbildung © Lilly - stock.adobe.com

## FAQs | Alternative Kraftstoffe: Typen und ihre Charakteristika

PFLANZENÖLE		
	Eigenschaften / Normierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Pflanzenöle sind viel zähflüssiger (dicker) als Diesel und eignen sich nicht als Benzinersatz.</li> <li>› Sie sind weniger zündwillig und liefern pro Liter etwas weniger Energie als Diesel.</li> <li>› Sie müssen im Winter vorgewärmt werden. Oft wird noch bis zu 10 % fossiler Diesel zur Verbesserung der Fließfähigkeit und des Zündverhaltens zugegeben.</li> <li>› DIN 51623 Kraftstoffe für pflanzenöлтаugliche Motoren.</li> </ul>
	Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>› In Motoren von Schleppern und Landmaschinen, in stationären BHKW-Anlagen, selten in LKW-Motoren.</li> </ul>
	Motor / Öl / Analytik	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nahezu alle Typen von Dieselmotoren müssen „umgerüstet“ (andere Dichtungen, Filter, Einspritzsystem ...) werden.</li> <li>› Hersteller-Freigabe für Pflanzenölbetrieb sollte vorliegen.</li> <li>› Betrieb mit Motorölen SAE 10W-40 – wie für Diesel-Motoren.</li> <li>› Deutlich reduzierte Ölwechselintervalle. Ölstandzeiten von nur 25-30 % (bis ca. 250 h) im Vergleich zur Verwendung von Diesel.</li> <li>› Pflanzenöl verbrennt besonders bei kaltem Motor nicht vollständig. Höherviskose Anteile kondensieren und kontaminieren als unverbranntes Pflanzenöl das Motoröl.</li> <li>› Motorenöl darf mit max. 5 % Pflanzenöl vermischt sein. Sonst besteht die Gefahr von Kolbenringverklebungen und Ablagerungen.</li> <li>› Ölanalysen zur Feststellung des Pflanzenölgehaltes und der Oxidationsneigung sind unbedingt notwendig.</li> </ul>

BIODIESEL - FAME - RME		
	Herstellung / Basis	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Biodiesel wird oft als Fettsäuremethylester bzw. FAME (Fatty-Acid-Methyl-Ester) oder als RME (Rapsölmethylester) bezeichnet.</li> <li>› Basiert auf Ölen und Fetten pflanzlichen oder auch tierischen Ursprungs.</li> <li>› Diese werden in speziell dafür ausgelegten Raffinerien mit Hilfe von Methanol zu Biodiesel „umgeestert“.</li> </ul>
	Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>› B100 (reiner Biodiesel mit 100 % Biodiesel) ist an vielen LKW-Tankstellen und Rasthöfen verfügbar, da er in Tankfahrzeugen ohne Zwischenreinigung transportiert werden kann.</li> <li>› Nur wenige Raffinerien haben sich auf die Herstellung spezialisiert, daher ist er nicht unbegrenzt verfügbar.</li> <li>› Wird an speziellen Tanksäulen auch als Beimischung zu Diesel verkauft und dort dann meist als B7 oder je nach Konzentration auch als B5, B10 oder B15 bezeichnet.</li> </ul>
	Eigenschaften / Normierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Etwas höherviskoser und weniger kältestabil als Diesel.</li> <li>› Reduziert die km-Leistung geringfügig, ist aber meist (besonders durch andere Besteuerung) etwas kostengünstiger.</li> <li>› Weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral (bis zu 68 %), da bei der Verbrennung nur die Menge Kohlendioxid freigesetzt wird, die Pflanzen oder Tiere zuvor beim Wachstum aus der Atmosphäre entnehmen.</li> <li>› Für B0 bis B7 Diesel gilt die Norm DIN EN 590, die Norm DIN EN 14214 gilt für Zumischungen für B0 bis B7 sowie B100.</li> <li>› Für B100 gelten oft zusätzliche Qualitätsvorgaben von Betreibern für Viskosität, Zündwilligkeit, Wassergehalt, Kältestabilität, Dichte und feste Fremdstoffe.</li> </ul>
	Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Überwiegend als Standard-Beimischung zu fossilem Diesel (B7).</li> <li>› Auch in Reinform (B100) im LKW-Einsatz (Speditionen, Kommunen).</li> </ul>

Lizenziert für Gast am 06.11.2023 um 13:40 Uhr








BIO DIESEL - FAME - RME		
	Motor / Öl / Analytik	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Bis B10 ist keine Umrüstung der Dieselmotoren erforderlich.</li> <li>› Bei B100 sollte Freigabe des Motorenherstellers vorliegen.</li> <li>› Auch Mischbetrieb von B100 und Dieselkraftstoff meist problemlos möglich.</li> <li>› Beide Kraftstoffsorten können - Zustimmung des OEM vorausgesetzt - abwechselnd getankt werden.</li> <li>› Wegen Esterrückständen, die im RME/FAME (B100) noch aus dem Raffinationsprozess zurückbleiben, können etwaige Rückstände im Kraftstoffsystem gelöst werden. Außerdem können Kunststoffe, Gummi und Dichtungen quellen oder Buntmetalle im Kraftstoffsystem angegriffen werden.</li> <li>› Vorsorgemaßnahme: Kraftstofffilter häufiger wechseln. Begleitende Kraftstoff- und Motorenöl-Analysen durchführen.</li> <li>› Die von Motorenherstellern freigegebenen Dieselmotorenöle SAE 5W-30 bis 10W-40 können weiterhin verwendet werden.</li> <li>› Bei der Verwendung von B100 sind Ölwechselintervalle gemäß Vorgaben der LKW-Motorenhersteller oft auf 30.000 km, anstelle von 120.000 km, reduziert.</li> </ul>

BIOETHANOL		
	Herstellung / Basis	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Bioethanol, seltener auch als Agro-Ethanol bezeichnet, wird aus Rückständen von Pflanzen, die noch Restgehalte von Zucker oder Stärke haben, hergestellt.</li> <li>› Durch Fermentation dieser Rohstoffe, die meist nicht für Nahrungsmittel verwendbar sind, wird ein Alkohol erzeugt.</li> <li>› Die Ausgangsmaterialien werden als Maische angesetzt, der Hefe zugegeben wird. Die Komponenten bewirken eine Fermentation, bei der Alkohol entsteht.</li> <li>› Der Alkoholanteil wird aus der fermentierten Masse abschließend ausdestilliert. Dadurch entsteht als Endprodukt Bioethanol, der einen Alkoholgehalt von bis zu 99,9 % hat.</li> </ul>
	Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Wird in relativ großem Stil erzeugt, reines Bioethanol ist jedoch nicht frei erhältlich.</li> <li>› Bioethanol kann in Benzinmotoren verbrannt werden. In E10-Superbenzin an der Tankstelle sind 10 % Bioethanol enthalten.</li> <li>› Zur Beimengung zu Dieselkraftstoff ist Bioethanol ungeeignet.</li> </ul>
	Eigenschaften / Normierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Reines Bioethanol hat eine höhere Oktanzahl als Benzin und einen anderen Zündzeitpunkt.</li> <li>› Ethanol lässt Gummi (Dichtungen und Schläuche) und Kunststoffe weicher oder spröder werden.</li> <li>› Im Gegensatz zu Benzin verdampft es nicht bei Temperaturen unter 13 °C (im Winter kann Vorwärmung nötig werden).</li> <li>› Laut DIN EN 228 ist eine Zugabe von Ethanol zum Ottokraftstoff in Deutschland bis zu 10 Vol.-% zulässig (E10).</li> <li>› E10 muss dabei den Qualitätsanforderungen der DIN EN 15376 für Superbenzin entsprechen.</li> </ul>
	Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Als Kraftstoff werden reines Bioethanol oder Benzin-Ethanol-Mischungen mit einem Ethanol-Anteil von über 10 % nicht mehr eingesetzt.</li> <li>› Bioethanol wird üblicherweise dem Ottokraftstoff beigemischt. Gemäß Norm DIN EN 228 darf dieser bis zu 5 % Bioethanol enthalten (E5), ohne dass dies zu deklarieren ist.</li> <li>› Mit einem Anteil von 10 % ist eine Zumischung in höherer Konzentration in Superbenzinen (E10) deklarationspflichtig möglich.</li> <li>› Bioethanol wird häufig auch als Basis für die Produktion von Kraftstoffadditiven eingesetzt.</li> </ul>







Lizenziert für Gast am 06.11.2023 um 13:40 Uhr

## FAQs | Alternative Kraftstoffe: Typen und ihre Charakteristika

BIOETHANOL		
	Motor / Öl / Analytik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seit Jahren können Ottomotoren problemlos mit E5 und E10 betrieben werden.</li> <li>Alle Motorenöle, die in der Freigabeliste der Fahrzeughersteller gelistet sind, können verwendet werden.</li> <li>Bei niedrigen Motorentemperaturen im Kurzstreckenverkehr kann E10 verstärkt im Motoröl kondensieren. Dessen Viskosität und Schmierfähigkeit verringern sich dadurch, Verschleiß tritt auf.</li> <li>Eine Motorenölanalyse im OELCHECK Labor weist eine etwaige Vermischung mit unverbranntem Bioethanol eindeutig nach.</li> </ul>
ERDGAS - CNG - COMPRESSED NATURAL GAS - UNTER DRUCK VERDICHTETES GAS		
	Herstellung / Basis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erdgas entsteht ähnlich wie Erdöl aus fossilen Komponenten.</li> <li>Es wird aus unterirdischen Lagerstätten gewonnen und besteht überwiegend aus hochentzündlichem Methan.</li> <li>Teilweise muss es von korrosiven, giftigen und/oder nicht brennbaren Fremdgasen gereinigt werden.</li> <li>In einem Trocknungsprozess werden mineralienhaltige Wasseranteile entfernt.</li> <li>Für den Einsatz als Kraftstoff wird es komprimiert und in Überdruck-Gastanks gelagert oder vermarktet.</li> </ul>
	Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativ gut ausgebautes Tankstellen-Netz.</li> <li>Verfügbar an nahezu allen Autobahntankstellen.</li> </ul>
	Eigenschaften / Normierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erdgas verbrennt sauber und ohne umweltschädlichen Schwefel-Wasserstoff (kein saurer Regen).</li> <li>Es entstehen weder Stickoxide, Feinstaub oder Ruß in nennenswerten Mengen.</li> <li>Energiegehalt von 1 kg Erdgas entspricht dem von 1,5 l Benzin bzw. 1,4 l Diesel – somit leistungsfähiger als andere Kraftstoffe.</li> <li>Die Oktan-Zahl liegt bei 125 (Benzin ca. 95).</li> <li>Wegen der hohen Klopfestigkeit lässt sich das Kraftstoff-Luft-Gemisch hoch verdichten. Es wird ein hoher Wirkungsgrad bei geringem Verbrauch erreicht.</li> <li>DIN EN 16723-2:2017-10 spezifiziert Erdgas zur Verwendung im Transportwesen und Biomethan zur Einspeisung ins Erdgasnetz.</li> </ul>
	Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Prinzip kann jeder Ottomotor mit Erdgas betrieben werden. Notwendig ist der Einbau von Stahldruckbehältern.</li> <li>Einsatz auch in Bussen oder entsprechend ausgelegten Neufahrzeugen.</li> <li>Unterschieden werden: Bivalente Fahrzeuge für Betrieb mit CNG und Benzin, monovalente Fahrzeuge für reinen Gasbetrieb.</li> <li>Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen, die mit Erdgas betrieben werden, dürfen auch in geschlossenen Räumen eingesetzt werden (z. B. Stapler).</li> <li>Erdgasbetriebene Motoren werden in großem Maßstab zur alternativen Erzeugung von Elektroenergie besonders dort eingesetzt, wo die Abwärme genutzt werden kann.</li> </ul> <p><b>Biogas in Erdgasqualität:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Biogas entsteht durch Vergärung von Biomasse jeder Art. Sein Methangehalt liegt deutlich unter dem von Erdgas. Es kann einen großen Anteil an Kohlendioxid enthalten.</li> <li>Damit das Biogas wie Erdgas verwendet werden kann, muss es von Schadgasen gereinigt und sein Methananteil auf mindestens 96 % erhöht werden.</li> <li>Ungereinigtes/nicht aufbereitetes Biogas kann nur in speziell dafür ausgelegten Motoren (meist BHKW) verbrannt werden.</li> </ul> <p><b>LNG (Liquefied Natural Gas):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erdgas wird flüssig, wenn es auf Temperaturen von unter -162 °C gekühlt wird. Dadurch reduziert sich sein Volumen um den Faktor 600. Das mit Kältekompressoren verflüssigte Erdgas wird dann als LNG bezeichnet. Es kommt überwiegend in Schiffen und in speziellen Nutzfahrzeugen zum Einsatz.</li> </ul>






Lizenziert für Gast am 06.11.2023 um 13:40 Uhr








<b>ERDGAS - CNG - COMPRESSED NATURAL GAS - UNTER DRUCK VERDICHETES GAS</b>		
	Motor / Öl / Analytik	<ul style="list-style-type: none"> <li>› In gasbetriebenen Motoren treten wesentlich höhere Verbrennungstemperaturen wie in Ottomotoren auf. Der Motor und sein Öl werden thermisch extrem belastet.</li> <li>› Erdgas enthält im Gegensatz zu Ottokraftstoff keine Additive, die u. a. reinigungsaktiv wirken.</li> <li>› Es besteht eine verstärkte Oxidationsneigung mit Gefahr der Bildung von aschehaltigen, harten Ablagerungen.</li> <li>› Motorenhersteller schreiben meist die Verwendung von Low-/Mid-SAPS Motorenölen vor, deren Sulfataschegehalt begrenzt ist.</li> <li>› Für Erdgas- und Biogasmotoren sind bestimmte Motorenöle speziell entwickelt worden.</li> <li>› Es wird empfohlen, die Oxidationsneigung und den Anfangs-pH-Wert (i-pH) regelmäßig zu kontrollieren.</li> </ul>
<b>FLÜSSIGGAS - AUTOGAS - LPG - LIQUEFIED PETROLEUM GAS</b>		
	Herstellung / Basis	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Flüssiggas kommt vor allem bei der Förderung von Erdgas und Rohöl als By-Produkt vor, auch bei der Destillation von Rohöl.</li> <li>› Es kann aus Propan, Butan oder einer Mischung von Propan und Butan bestehen.</li> <li>› Als fossiler Energieträger kann es auch in Ottomotoren zur Energieerzeugung verwendet werden.</li> </ul>
	Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Tankstellen-Netz ist sehr begrenzt.</li> </ul>
	Eigenschaften / Normierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>› LPG ist bei Umgebungstemperatur und -druck gasförmig. Es kann aber mit geringem Druck von meist 6 Bar bei Raumtemperatur verflüssigt werden. Beim Verflüssigen verringert sich das Volumen um das 260-fache.</li> <li>› Es verfügt über eine hohe Klopfestigkeit von über 100 Oktan.</li> <li>› LPG verbrennt nahezu schwefelfrei, es entsteht kein Ruß. Die Emissionswerte liegen unter denen von Ottokraftstoff.</li> <li>› DIN EN 589 definiert die Qualitätsanforderungen.</li> </ul>
	Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Als Kraftstoff für Fahrzeuge mit Ottomotoren, die für einen LPG-Betrieb mit einem Gastank ausgerüstet sind. Daher auch Bezeichnung „Autogas“.</li> <li>› Verbrennungsmotoren, die mit LPG oder Erdgas betrieben werden, dürfen auch in geschlossenen Räumen eingesetzt werden (z. B. Gabelstapler).</li> <li>› Außerdem vielfältiger Einsatz zum Heizen, Kochen oder als Wärmeträger in Handwerk und Industrie.</li> </ul>
	Motor / Öl / Analytik	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Vor allem bei vielen Kaltstarts, wie sie im Kurzstreckenverkehr vorkommen, kann das Motorenöl verstärkt durch kondensierte LPG-Gasanteile verdünnt werden.</li> <li>› LPG enthält wie Erdgas keine Additive oder reinigungsaktive Substanzen, wie sie dem Benzin beigegeben werden.</li> <li>› Das Motoröl muss die beim LPG-Betrieb vermehrt anfallenden Oxidationsprodukte, die zu Ablagerungen führen, neutralisieren.</li> <li>› Meist werden Low- bzw. Mid-SAPS Motorenöle eingesetzt, die sich durch einen niedrigen Sulfataschegehalt auszeichnen.</li> </ul>

Lizenziert für Gast am 06.11.2023 um 13:40 Uhr

## FAQs | Alternative Kraftstoffe: Typen und ihre Charakteristika

<b>BTL - BIOMASS TO LIQUID - SYNTHETISCHE KRAFTSTOFFE AUS BIOMASSE</b>		
	Herstellung / Basis	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Ausgangsprodukte sind feste Biomasse (Stroh, Holz, Pflanzenabfälle) oder eigens angebaute Nutzpflanzen.</li> <li>› Bei thermochemischer Vergasung von Biomasse entsteht Synthesegas.</li> <li>› Dieses wird in einer Synthese (meist mit dem Fischer-Tropsch-Verfahren<sup>1</sup>) in flüssige Kohlenwasserstoffe umgewandelt.</li> <li>› Der so entstandene synthetische Kraftstoff kann in Destillationsprozessen, wie sie bei der Erdölraffination zum Einsatz kommen, zu Diesel oder Benzin aufgearbeitet werden.</li> </ul>
	Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nicht in allen Ländern verfügbar.</li> <li>› Werden den konventionellen Kraftstoffen zugegeben.</li> </ul>
	Eigenschaften / Normierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>› BtL Kraftstoffe unterscheiden sich chemisch nur in geringem Maße von fossilen Otto- oder Dieselmotorkraftstoffen.</li> <li>› Sie haben meist eine höhere Cetanzahl (ca. 70) als Diesel (50-60).</li> <li>› Beim Destillieren können spezielle Eigenschaften maßgeschneidert werden.</li> <li>› EN 15940:2016 paraffinische Kraftstoffe.</li> </ul>
	Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Werden aktuell nicht in Reinform eingesetzt.</li> <li>› Die Kraftstoffnormen DIN EN 228 bzw. DIN EN 590 erlauben eine undeclared Zugabe von BtL zu den spezifizierten Otto- und Dieselmotorkraftstoffen.</li> </ul>
	Motor / Öl / Analytik	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Es ist keine Umrüstung der Motoren (auch für Reinbetrieb) notwendig.</li> <li>› Als Motoröl können die von den Herstellern empfohlenen Produkte verwendet werden.</li> <li>› Ölanalytik in Abhängigkeit von der Beanspruchung und Laufleistung wie bei Betrieb mit fossilen Kraftstoffen.</li> </ul>

<b>GTL - GAS TO LIQUIDS - SYN-FUEL</b>		
	Herstellung / Basis	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Unter Zufuhr von reinem Sauerstoff entsteht aus Erdgas mit Hilfe von Wasserdampf ein Synthesegas.</li> <li>› Mittels einer Fischer-Tropsch-Synthese* erfolgt die Umwandlung zu Kohlenwasserstoffen.</li> <li>› Dabei entstehen langkettige Paraffine, die durch Cracken und Destillieren (Fraktionieren) in flüssige Kraftstoffe, vorrangig zu Diesel, umgewandelt werden.</li> </ul>
	Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>› In vielen Ländern permanent verfügbar, weil gasförmiges Erdgas schwieriger zu transportieren und lagern ist als GtL.</li> </ul>
	Eigenschaften / Normierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Verbrennt sauberer als fossiler Diesel und erzeugt dabei deutlich weniger Emissionen.</li> <li>› Ist nahezu schwefelfrei und enthält keine aromatischen Verbindungen.</li> <li>› Ist zündwilliger als fossiler Diesel (höhere Cetanzahl).</li> <li>› Kälteverhalten ähnlich wie fossiler Diesel.</li> <li>› EN15940:2016 Norm für paraffinische Dieselmotorkraftstoffe.</li> </ul>
	Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Reines GtL wird in Dieselmotoren von gewerblichen Fahrzeugen oder mobilen Maschinen und Geräten (Baumaschinen) eingesetzt.</li> <li>› Schadstoffarm betriebene Binnenschiffe sind weitere Großabnehmer.</li> <li>› GtL wird Dieselmotorkraftstoffen, wie z. B. Shell V-Power Diesel, zugemischt.</li> <li>› Freigaben führender Dieselmotorenhersteller für den GtL-Reinbetrieb liegen vor.</li> </ul>
	Motor / Öl / Analytik	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Keine Umrüstung der Dieselmotoren notwendig.</li> <li>› Motorölanalysen zur Überwachung des Ölwechselintervalls wie für Betrieb mit fossilem Dieselmotorkraftstoff.</li> </ul>

1 Fischer-Tropsch-Synthese: Ein von Franz Fischer und seinem Mitarbeiter Hans Tropsch 1925 am Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung entwickeltes großtechnisches Verfahren zur Umwandlung von Synthesegas (CO/H<sub>2</sub>) in flüssige Kohlenwasserstoffe. Das Verfahren wurde früher überwiegend zur Kohleverflüssigung durch indirekte Hydrierung von Kohle eingesetzt.