

Bernhard Geringer

Biokraftstoffe in der Fahrzeuganwendung

1. Einleitung

Bereits der weltweit steigende Bedarf an Kraftstoffen - auch durch die steigende Motorisierung von Schwellenländern, wie auch die begrenzte Verfügbarkeit von konventionellen, fossilen Energieträgern - bedingt, dass verstärkt nach alternativen Kraftstoffen gesucht wird. Neben Erdgas werden vor allem Biokraftstoffe als eine kurzfristig verfügbare, ökologisch und längerfristig auch ökonomisch vielversprechende Lösung gesehen. Es gibt eine Vielzahl an Biokraftstoffen: von der einfachsten Form des gepressten Raps- oder Sonnenblumenöls (erste Generation) bis zu komplex hergestellten synthetischen Kraftstoffen wie BTL (für Biomass to Liquid).

Biokraftstoffe (Bild 1) wie z.B.

- Biogas,
- Bioethanol,
- Pflanzenöl,
- Biodiesel
- HVO oder
- BTL

besitzen also das Potenzial, die konventionellen Reserven entsprechend zu strecken. Ein zusätzlicher wichtiger Vorteil dieser Energieträger ist die regenerative Herstellung und somit eine deutlich niedrigere Klimawirksamkeit im Vergleich zu konventionellen Kraftstoffen aufgrund des weitgehend geschlossenen CO₂-Kreislaufes.

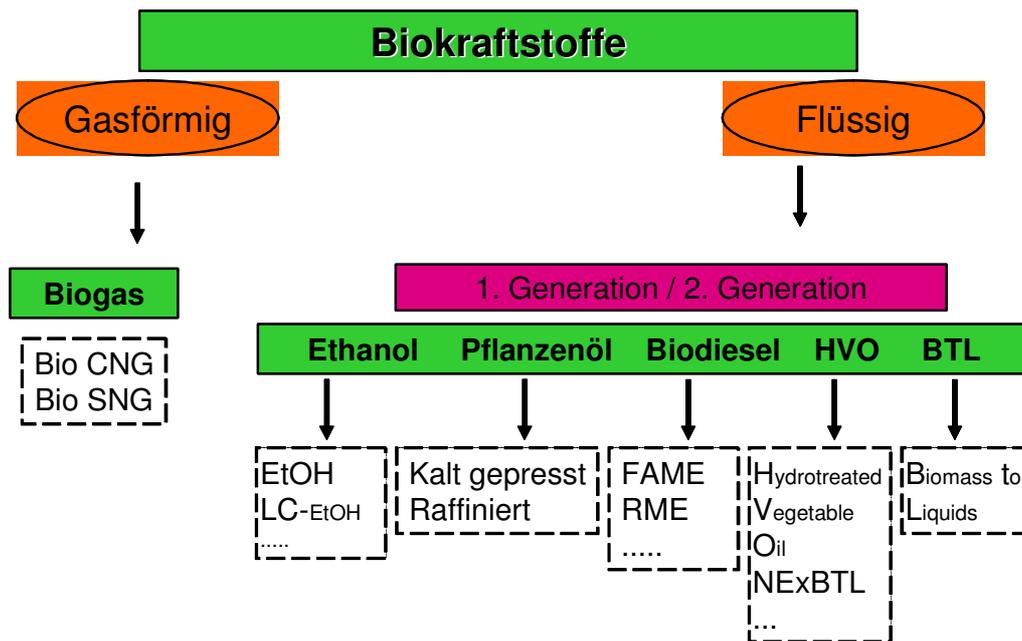


Bild 1: Vielfalt der Biokraftstoffe

Die europäische Richtlinie 2003/30/EG sieht eine Förderung von Biokraftstoffen oder anderer erneuerbarer Kraftstoffe (5,75% bis ins Jahr 2010) als Ersatz für Otto- und Dieselmotorkraftstoffe im Verkehrssektor vor. Zudem ist von der EU geplant, bis 2020 20% der konventionellen Kraftstoffe durch alternative Kraftstoffe im Bereich des Straßenverkehrs zu substituieren.

Nicht zu vergessen dabei ist, dass die Nutzung alternativer Kraftstoffe außer von ihrer Verfügbarkeit, von den Umweltaspekten, von der technischen Basis ihrer Herstellung und von ihren Eigenschaften beim Einsatz im Fahrzeug abhängt.

Die limitierenden Faktoren für Treibstoff-Alternativen sind neben der Erschließungs- und Herstellungskosten im Vergleich zu fossiler Energie selbstverständlich auch die Verfügbarkeit der nötigen Agrarflächen.

Um von Anfang an eine nachhaltige Entwicklung am Bio-Energiesektor gewährleisten zu können, und damit nicht der Fall eintritt, dass wohlhabende Industrieländer durch die enorme Nachfrage nach Biokraftstoffen in den armen Ländern dieser Welt Nahrungsmittelknappheit, Hunger und Elend erzeugen, ist die EU derzeit damit befasst, Regelungen (auch als Zertifizierung des Kraftstoffes bezeichnet) auszuarbeiten, um allfällige Fehlentwicklungen frühzeitig vermeiden zu können.

Gerade der aktuelle Preisanstieg bei Nahrungsmitteln steht eher im Zusammenhang mit mangelhafter Agrarpolitik in einzelnen Ländern am Globus als auch Spekulation an Warenbörsen mit Blick auf mögliche zukünftige Marktentwicklungen und nicht mit derzeitig ausufernder Nachfrage nach Biotreibstoffen; [BM f. Land- und Forstwirtschaft: Biokraftstoffe - Zahlen und Fakten 2008]. Der aktuelle Bedarf an echten Nahrungsmitteln für die Biotreibstoffproduktion ist nachweislich immer noch gering und wird in Zukunft für die idente Biokraftstoffmenge durch Biokraftstoffe der 2. Generation sogar noch geringer werden.

Ganz im Gegenteil zur allgemeinen Wahrnehmung stehen in Europa noch immer beträchtlich große Brachflächen für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung; [BM f. Land- und Forstwirtschaft: Biokraftstoffe - Zahlen und Fakten 2008]. Die Erzeugung von Agrarprodukten ist in Europa zudem bisher ein Problem des Überschusses. Abgesehen davon kann global betrachtet ein Boom bei Biokraftstoffen gerade für die ärmeren Länder eine gewaltige Chance sein, lokale Ressourcen wie tropisches Klima und ausreichend verfügbare Landflächen optimal zu nutzen

2. Anforderungen an die Motorenentwicklung

Begleitet wird die Entwicklung neuer Treibstoffe durch die Forderungen nach weiterer Schadstoffreduktion. Die immer strengeren Abgasvorschriften für die Neuzulassung von Fahrzeugen (siehe [Bild 2](#)) bewirken, dass kontinuierlich Motoren, Treibstoffe und Abgasnachbehandlungssysteme verbessert werden müssen, sodass die absoluten Mengen an Emissionen zurückgehen. Trotzdem fühlen sich in unserer modernen Industriegesellschaft immer noch beträchtliche Teile der Bevölkerung durch Emissionen in Form von Gerüchen, sichtbarem Rauch und Lärm gestört. Verschärft werden die Anforderungen durch die gleichzeitige Diskussion um Klimarelevanz und Treibhausgase, wobei die CO₂-Reduktion an erster Stelle steht.

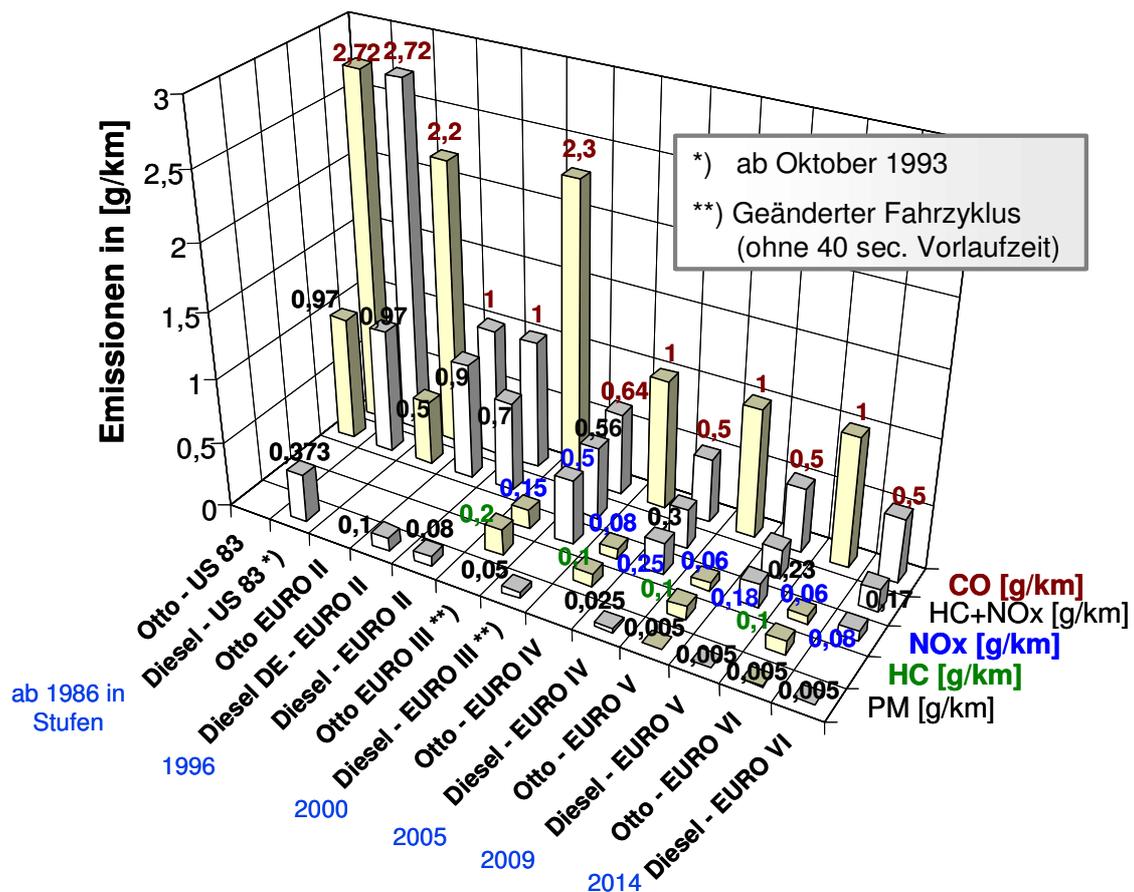


Bild 2: Entwicklung der Abgas-Grenzwerte in Österreich für PKW

Beim Einsatz von Kraftstoffalternativen in Verbrennungskraftmaschinen ist es in dieser Hinsicht essentiell, dass die Motoren für die speziellen Kraftstoffcharakteristika abgestimmt werden. Für den Konstrukteur und Motorenentwickler bedeutet dies Forderungen zu erfüllen, bei denen Zielkonflikte zwischen technischer Machbarkeit sowie Kosten, Verbrauch und Emissionen, aber auch der verschiedenen Emissionen untereinander zu lösen sind.

Generelle Entwicklungstrends:

Ottomotor

Der Ottomotor hat heute die geringsten Schadstoff-Emissionen. Nachteilig ist sein ungünstiger Teillast-Wirkungsgrad und damit verbunden hoher spezifischer Verbrauch. Die Ansätze zur Optimierung sind vielfältig: Motor-Downsizing mit Aufladung, geschichteter Motorteillastbetrieb, Ladungsverdünnung, variable Ventilsteuerung sowie Zylinderabschaltung.

Primär wird die Entwicklung bei Ottomotoren zu folgenden Lösungen gelenkt:

- Direkteinspritzung mit homogener Gemischbildung und Hochaufladung
- Direkteinspritzung mit geschichteter Gemischbildung und damit möglichem Magerbetrieb: dem Vorteil der interessanten Verbrauchs- und somit CO₂-Reduktion von ca. 20% steht die aufwändige NO_x-Abgasnachbehandlung entgegen.

Auch neue Zündsysteme sind in Entwicklung:

- Laserzündung: erlaubt ein verlässliches Zünden bei freier Wahl des Zündortes - angewendet bei Konzepten mit starker Gemisch-Abmagerung oder hoher Abgasrückführ (AGR)-Rate.
- Homogene Brennverfahren (genannt auch GCI bzw. Dies-Otto) weisen noch weiter in die Zukunft: Durch Verdichtung des Gemisches bis Selbstzündtemperatur ergibt sich eine „Raumzündung“ ohne Zündkerze. Damit sind deutliche Verbrauchs- und NO_x-Reduktionen durch extremen Magerbetrieb erreichbar. Der Einsatz ist jedoch nur für niedrige Lastzustände geeignet, für Vollast benötigt man die Zündkerze und den konventionellen Katalysator; außerdem steigen die HC- und CO-Emissionen sowie die Komplexität bei der Anwendung im Instationärbetrieb massiv an.

Dieselmotor

Hohe Effizienz und damit geringster Verbrauch bei hohem Drehmoment (durch Aufladung) begründen den derzeitigen Erfolg und den steigenden Marktanteil beim Dieselmotor. Die Vermeidung seiner Nachteile, wie die aufwendige NO_x-Nachbehandlung und die hohen Kosten, sind die primären Entwicklungsziele der Zukunft.

Primär wird die Entwicklung bei Dieselmotoren zu folgenden Lösungen gelenkt:

- Innermotorische Optimierungen im Brennverfahren (variabler Drall etc.),
- Verbesserte Einspritzung: mehr und exaktere Einspritzimpulse durch Piezotechnik, höhere Drücke u.a.m.,
- Erweiterung der Abgasnachbehandlung: flächendeckender Partikelfiltereinsatz und Einsatz von effektiven De-NO_x-Systemen, beispielsweise dem SCR-Verfahren,
- Homogene Brennverfahren (HCCI): wurde bereits beim Ottomotor genannt und ist speziell beim Dieselmotor für die NO_x-Absenkung und Partikelvermeidung von besonderem Interesse; allerdings auch hier nur für den Teillastbetrieb einsetzbar.

Jedoch sind für den Dieselmotor die steigenden Kosten das Damoklesschwert, das möglicherweise den Einsatz des effektiven, abgasgereinigten modernen Dieselmotors auf das obere Preissegment einschränken könnte. Erste Änderungen beim Kaufverhalten im PKW-Bereich zeugen von diesem erwarteten Trend.

3. Potenziale und Kraftstoffalternativen

In Verbrennungsmotoren können grundsätzlich alle Arten von flüssigen und gasförmigen Treibstoffen eingesetzt werden. Es gibt z.B. Großmotoren für Deponiegas oder Schiffsdiesel für reines Schweröl.

Fahrzeugmotoren sind an speziell genormte Kraftstoffe angepasst, um hohe Standards bei Komfort, Emissionen und Verbrauch zu erfüllen. Es gelten z.B.: EN 590 für Diesel und EN 228 für Benzin.

Bei nicht genormten Kraftstoffen müssen die Fahrzeugmotoren mehr oder weniger aufwändig angepasst werden. **Die Anpassung ist aber für alle** Kraftstoffe möglich; der limitierende Faktor ist die Wirtschaftlichkeit (d.h. die Kosten für den Umbau und die Wartung).

Der Entwicklungsstand von Treibstoffen auf biogener Basis wird häufig nach Generationen umrissen; siehe dazu auch Bild 3. Hierbei gilt tendenziell, dass Treibstoffe mit jeder weiteren Generation an Anwendungspotenzial gewinnen.

Charakterisierung von alternativen Biotreibstoffen der 1. Generation (Bild 3):

Die prinzipiellen Herstellungsverfahren sind seit langem bekannt und einsetzbar, diese wurden jedoch erst jetzt im Energiebereich relevant. Von der Biomasse zum Biotreibstoff sind nur wenige Veredlungsschritte notwendig. Die Rohstoffbasis ist dabei:

- Bio- und landwirtschaftliche Abfall-Produkte, die mit relativ einfacher Technik als Kraftstoff einsetzbar sind;
- Energieträger aus der direkten Abfallentsorgung;
- Energieträger die Ähnlichkeit zu Nahrungsmitteln aufweisen und direkt aus der Pflanzenfrucht stammen.

Dabei entstehen folgende alternative Energieträger:

Alkohole: z.B. Ethanol,

Pflanzenöl: z.B. Rapsöl, ...

Biodiesel: z.B. RME (Rapsmethylester), FAME (aus altem Speiseöl), ...

Gas: z.B. Biogas (Methan)

Nachteilig ist eine in manchen Breichen denkbare Konkurrenzsituation zur Lebensmittelproduktion, wie sie derzeit intensiv diskutiert wird.

Da fossile Kraftstoffe grundsätzlich hohen Entwicklungsstand und hohe Qualität erreicht haben (siehe Kraftstoffnormen), hat die 1. Generation von Biokraftstoffen durchgehend gewisse Nachteile im Motorbetrieb im Vergleich zu fossiler Referenz.

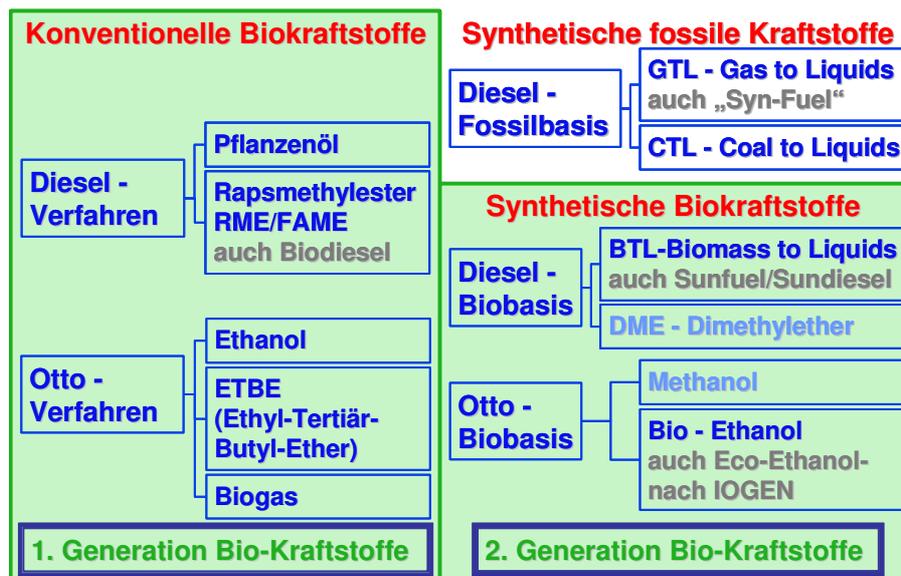


Bild 3: Kraftstoffalternativen und ihre Gliederung

Charakterisierung von alternativen Biotreibstoffen der 2. Generation (Bild 3):

Diese Treibstoffe werden mit Hilfe komplexer Verfahrenstechnik hergestellt. Sie nützen die gesamte Biomasse nicht nur die „Frucht“, sondern auch Blattwerk, Stängel, Restholz, ... und stehen dadurch nicht in Konkurrenzsituation zur Lebensmittelproduktion. Bisher befinden sie sich im Stadium der Entwicklung. Großtechnische Anlagen sind erst in Planung oder in erster kommerzieller Umsetzung.

Die hier mittelfristig und langfristig entstehenden Alternativen sind:

- Vollsynthetischer Kraftstoff: z.B. Biomass-to-Liquid-Kraftstoffe (BTL) sowohl als Dieseltreibstoff aber auch als Benzin darstellbar
- Hydrierte Pflanzenöle (HVO, NExBTL)
- Bioethanol aus lignozellulosehaltiger Biomasse

Die Kosten, Energiebilanz und Ökobilanz ist derzeit noch nicht abschließend für die einzelnen synthetischen Lösungen bewertet, grundsätzlich aber positiv zu sehen.

3.1. Biogas

Bei ausreichend dichtem Tankstellennetz, macht eine monovalente Auslegung des Verbrennungsmotors Sinn, um die Vorzüge dieses Kraftstoffes voll auszunutzen. Neben dem nahezu geschlossenen CO₂-Kreislauf weist Biogas auch großes Vermeidungspotenzial bei Klimagasen auf, wenn es z.B. bei der Gülleentsorgung gewonnen wird; Bild 4. Technisch hat Biogas den Vorteil im Motoreinsatz von hoher Klopfestigkeit und Zündtemperatur. Dadurch kann das Verdichtungsverhältnis der Motoren deutlich angehoben werden, mit positiven Auswirkungen auf Verbrauchs- bzw. CO₂-Absenkungen.

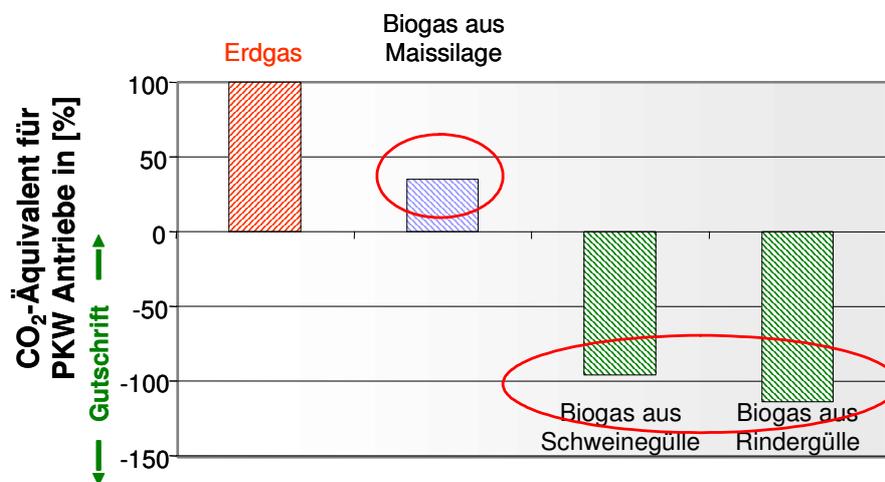


Bild 4: Klimawirksamkeit von Biogas im Vergleich zu Erdgas; [Jungmeier et al. 2003]

Ein zukünftiger Schwerpunkt von Forschungsvorhaben wird die Potenzialauslotung hinsichtlich Biogasqualität und monovalenter Motorauslegung in Bezug auf Verdichtungsverhältnis und Parametereinstellungen angepasster Gasmotoren sein. Da die Verbrennung von Biogas, wie auch bei Erdgas, deutliche Änderungen vor allem in Bezug auf Abgastemperatur aber auch auf die Abgaszusammensetzung bedeutet, sind speziell ausgelegte Abgasnachbehandlungskonzepte für extrem niedrige Abgasemissionen zu erarbeiten, um dem schadstofffreien Motor sehr nahe zu kommen. Das theoretische Potenzial von Biogas im Vergleich zu Benzinkraftstoff zeigt Bild 5. Einziger Nachteil von Biogas ist, wie bei allen gasförmigen Energieträgern, die aufwendigere Speichertechnologie.

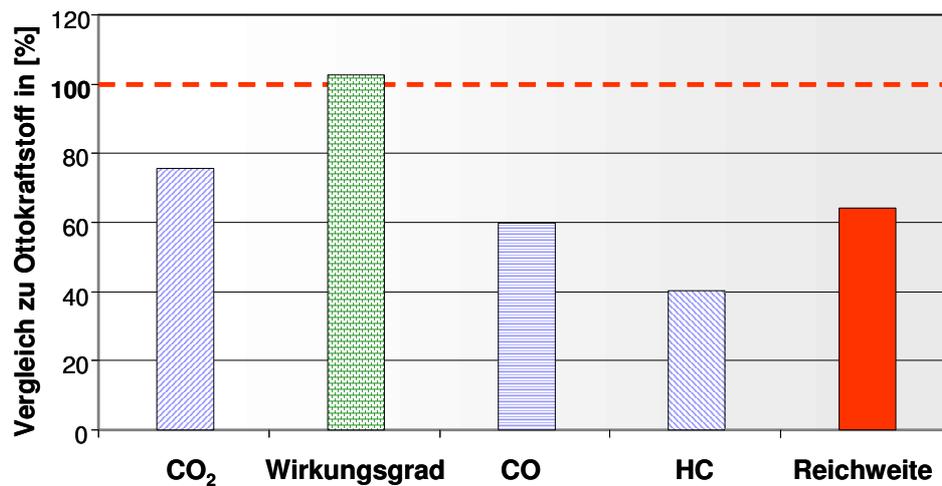


Bild 5: Biogas im Vergleich zu Benzinkraftstoff

3.2. Ethanol

Ethanol ist ein kurzfristig verfügbarer Alternativkraftstoff, um die ambitionierten EU-Ziele zur Substitution von Benzin durch Biokraftstoff zu ermöglichen. Technisch ist Ethanol hervorragend geeignet, da die hohe Oktanzahl eine Wirkungsgradsteigerung und damit eine CO₂-Reduktion erlaubt. Die chemische Zusammensetzung von Ethanol hat das grundsätzliche Potenzial einer Senkung der Schadstoffemission - dafür steht nicht nur das Verhältnis der Kohlenstoff- und Wasserstoffatome sondern auch die verbrennungsgünstige Sauerstoffanbindung.

Wenn Ethanol in höherer Prozentzahl (ab 5 bis 10% je nach Ausgangsmotor) zugemischt werden soll, ist eine entsprechende Motoranpassung abhängig vom Mischungsverhältnissen notwendig - bedingt durch die hohe Oktanzahl und die hohe Verdampfungswärme.

- bis etwa 20% Ethanolbeimischung sind ethanolresistente Leitungen und Werkstoffe ausreichend; die Motorsteuerung bedarf noch keiner relevanten Korrektur
- darüber und bis 85% Ethanolbetrieb bedarf es einer angepassten Motorsteuerung (Einspritzmenge, Zündzeitpunkt, mit Erkennung des Ethanolanteiles → Flexfuel-Fahrzeug Konzept (FFV))

Das größte Potenzial zur technischen Optimierung bietet reiner Ethanolbetrieb (E100) für

- neuentwickelte Direkteinspritz-Brennverfahren
- Hochaufladung / Downsizing
- Sparkonzepte für die Zukunft

Solche Motoren sind derzeit nur in Brasilien mit anderen Randbedingungen im Großeinsatz.

Wie Bild 6 unten zeigt, bewirkt ein besonders günstiger Verbrennungsverlauf im Motor einen extrem guten Wirkungsgrad bei Ethanolbetrieb an einem modernen Direkt-Einspritzmotor mit Hochaufladung, der das Niveau von modernen Dieselmotoren an der Volllast erreichen kann.

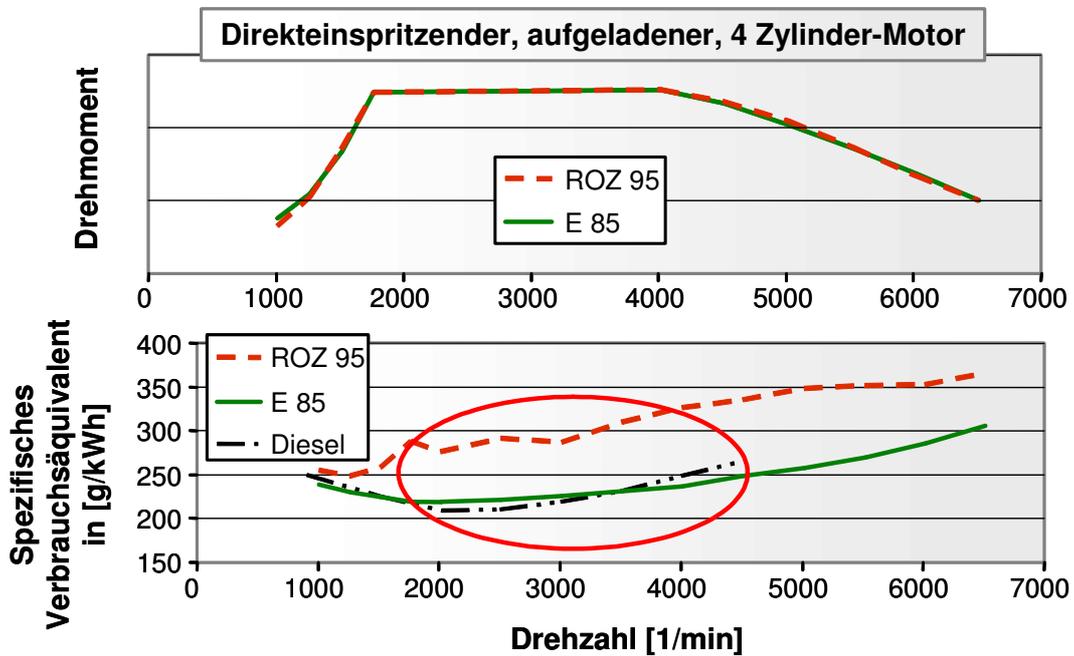


Bild 6: Vergleich von Verbrauchsäquivalent zwischen Benzin und E 85 über der Drehzahl bei gleichem Drehmomentverlauf bei Volllast

Der einzige relevante Nachteil von Ethanol für den Konsumenten ist der höhere volumetrische Verbrauch, da beim Tanken der Preis nach Volumen (Liter) berechnet wird; Bild 7. Die umweltrelevante CO₂-Emission ist hingegen günstiger im Vergleich zu Benzin.

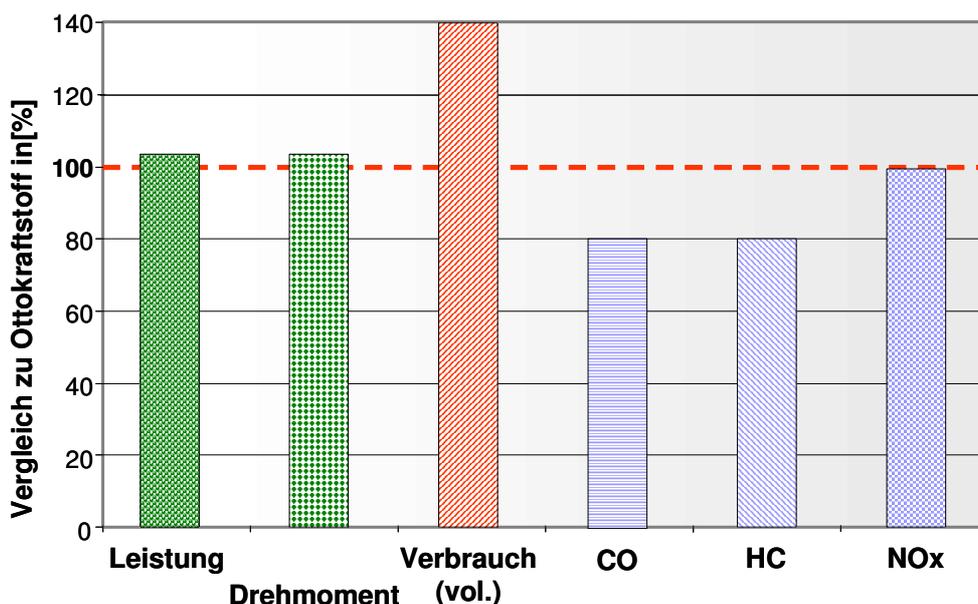


Bild 7: Ethanol im Vergleich zu Ottomotor

3.3. Pflanzenöl

Natürliche, unveresterte Pflanzenöle waren ursprünglich nur für große Dieselmotoren mit zum Teil veralteten Brennverfahren (wie Vor- oder Wirbelkammer-) speziell in der Landwirtschaft vorgesehen.

Mittlerweile werden auch PKW mit diesem Treibstoff betrieben. Die berechnete Erwartung, dass Pflanzenöle bezüglich Abgasemission, Geräusch, Leistung, Verbrauch und auch Verschleiß gute Ergebnisse liefern, kann nur nach wesentlicher Adaption von Einspritzsystem, Gemischbildung und Verbrennungsverlauf erfüllt werden.

Hauptentwicklungsschwerpunkte müssen künftig die Gemischaufbereitungsparameter sein, um ein den modernen Dieselfahrzeugen ebenbürtiges Emissionsverhalten zu gewährleisten. Sowohl Hard- als auch Software sind dabei betroffen. Bei den NO_x-Emissionen sind derzeit nur Verbesserungen bei Änderung der Motorapplikation auf Kosten der Partikelwerte (PM) erzielbar. Bei vier PKW-Fahrzeugen, die an einem großen Flottentest in einem Praxisversuch in Niederösterreich teilgenommen haben, wurde die technische Eignung von Pflanzenöl als Dieseltreibstoff-Alternative detailliert untersucht. Bei der Abgasmessung stand die relative Veränderung der Messwerte durch den eingesetzten Treibstoff im Zentrum der Analyse.

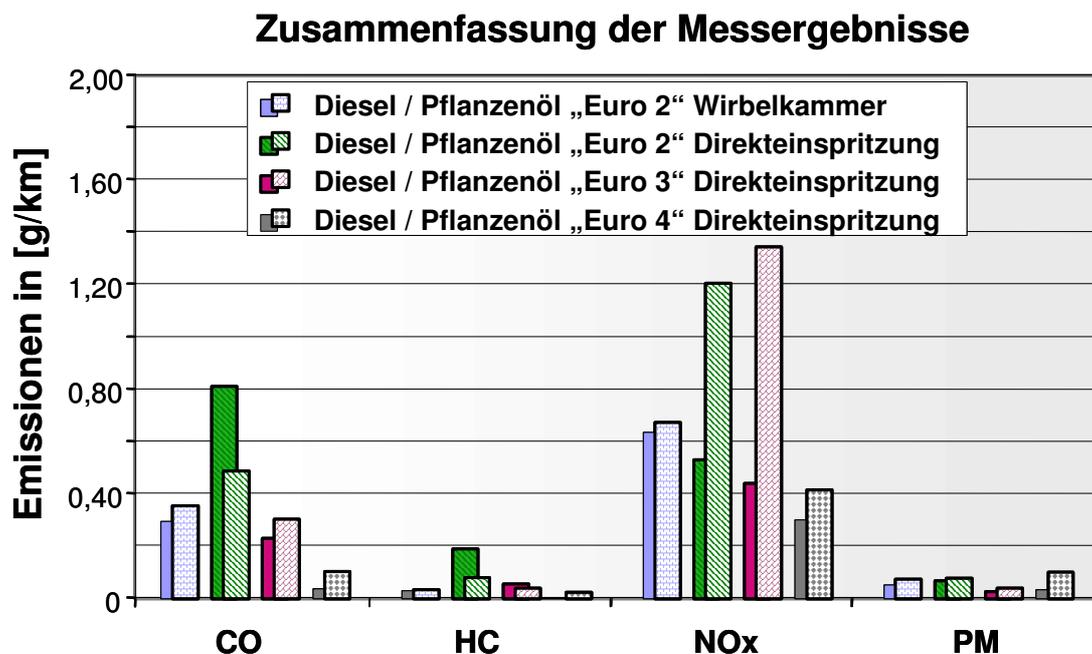


Bild 8: Pflanzenöl im Vergleich zu Dieselmotor - Ergebnis für PKW „Flottentest Pflanzenöl“; [Messung am IVK, B 08019]

In Bild 8 werden die durchschnittlichen Emissionswerte aus allen erfolgten Messungen je Fahrzeug für Pflanzenöl im Vergleich zu Diesel zusammengefasst. Die Messwerte stellen insgesamt einen guten Hinweis darauf dar, dass das Emissionsverhalten im Einzelfall von der speziellen Motorkonstruktion und Motorauslegung abhängig ist und sehr unterschiedlich auf den Wechsel zu einem anderen Treibstoff reagieren kann.

Pflanzenöl als Dieselerersatz stellt somit eine mögliche Alternative dar, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen, im Bezug auf Umweltfreundlichkeit sind noch Anstrengungen zur weiteren Motoroptimierung besonders bei modernen Fahrzeugen ab EURO 4 angebracht.

3.4. Biodiesel

Biodiesel ist ein dem konventionellen Diesel in den Eigenschaften sehr ähnlicher Treibstoff (Bild 9), mit Vorteilen beim Partikelaustritt und einem markanten Unterschied: Die höhere Siedelage bedingt eine schwierigere Regeneration von Partikelfiltersystemen. Deshalb wurde aktuell die bisherige Freigabe dieses Kraftstoffes für neueste PKW Motoren aufgehoben. Weitere Entwicklungsarbeit ist diesbezüglich ein vorrangiges Kriterium. Das Entwicklungs-Potenzial lässt sich analog zum konventionell betriebenen Dieselmotor abschätzen.

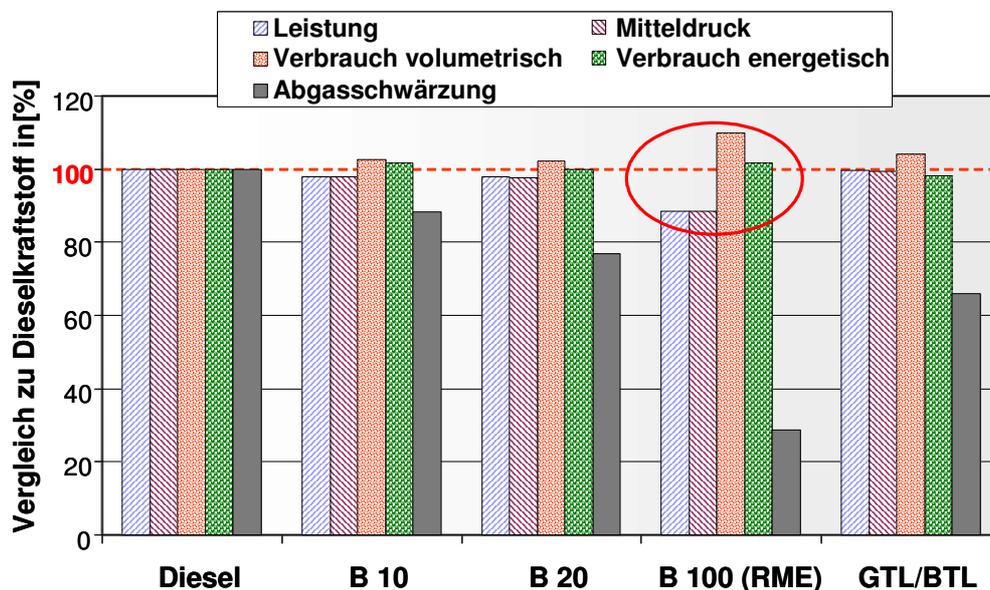


Bild 9: Vergleich zwischen verschiedenen Diesel-Blends an PKW-Motor bei Vollast und $n = 4200$ 1/min [Quelle: Tschöke 2006] – B 10 bedeutet Diesel mit 10% Biodiesel

Biodiesel wurde von den meisten LKW-Herstellern auf Grund des Marktdruckes (und nicht aus technischen Gründen) freigegeben. Es ist in der Regel eine Reduzierung der Ölwechselintervalle

und der Wechselintervalle für Kraftstofffilter vorgeschrieben. Bei deutlicher Unterschreitung der Biodiesel-Normgrenzwerte nach EN14214 bzgl. der Konzentration von Alkalimetallen, von Phosphor, Schwefel und Kalzium ist ein Betrieb mit RME (Biodiesel) nach Aussagen namhafter Hersteller störungsfrei möglich.

Stickstoffoxid-Emissionen (NOx) sind gegenüber Dieselbetrieb jedoch bei Biodiesel um ca. 10 bis 15 % höher. Biodiesel wird deshalb und wegen des damit zusammenhängenden Mehraufwandes bei der Abgasnachbehandlung möglicherweise in Zukunft als reiner Kraftstoff vom Markt verschwinden. Der Trend geht primär in Richtung Blends.

3.5. HVO / NExBTL / BTL

HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) / NExBTL stellt die 1. Stufe der synthetischen Kraftstoffe dar und ist in Raffinerien erzeugbar. Diese relativ leicht großtechnisch erzeugbaren Kraftstoffe – im chemischen Aufbau dem BTL vergleichbar - sind in der Anwendung unproblematisch und haben sogar Vorteile gegenüber konventionellen Treibstoffen (Bild 10):

- Qualität gleich bis besser im Vergleich zu fossilem Diesel
- in allen Konzentrationen mit Diesel mischbar
- Motorleistung gleich zu fossilem Diesel; Emissionen merkbar besser

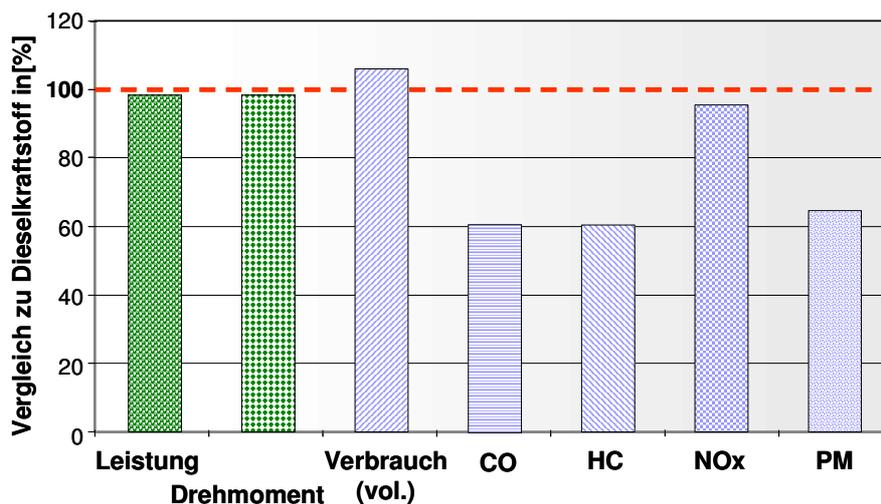


Bild 10: HVO / NExBTL-Kraftstoff im Vergleich zu Dieselmotorkraftstoff

Besonders bei den immissionskritischen Abgaskomponenten Partikel und Stickstoffoxiden ist durch HVO, wie auch durch BTL, erhebliches Potenzial vorhanden; Bild 11.

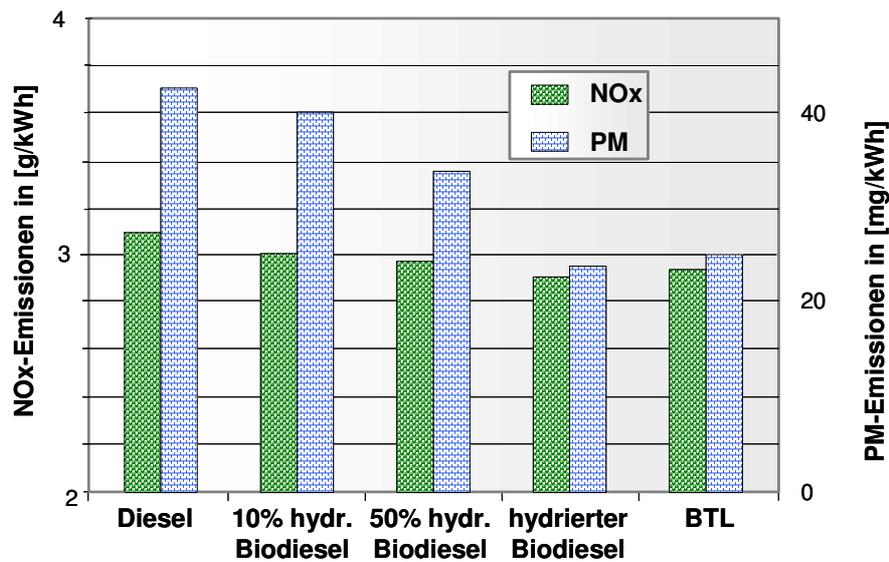


Bild 11: Partikel- und NOx- Emissionen von hydriertem Pflanzenöl in unterschiedlichen Blends und BTL im Vergleich mit Dieseltreibstoff; [Quelle: Lämmermann 2007]

BTL (Biomass to Liquids), ein biogener Treibstoff der 2. Generation, kommt dem Ideal von Designerkraftstoffen sehr nahe und garantiert beste Qualität bei geringsten Toleranzen. Herkömmliche Motoren können damit problemlos betrieben werden. Wesentliche Vorteile sind neben insgesamt gestaltbaren Kraftstoff-Eigenschaften:

- Hohe Cetan-Werte dadurch geringer Zündverzug,
- Schwefelfreiheit bedingt keine Sulfatbildung, das wiederum ermöglicht einfachere Abgasnachbehandlung,
- keine Aromaten

Das lässt eine weitere Motoroptimierung und die Entwicklung neuer Verbrennungsverfahren zu. Es ist - analog zu Erfahrungen mit GTL (Gas to Liquid, das ist aus Erdgas synthetisierter Dieseleratz hoher Qualität und chemisch ähnlich zu BTL) - zu erwarten, dass bei den Emissionen reines BTL dem Diesel immer deutlich überlegen ist. Zusammengefasst bedeutet der Einsatz von BTL:

- Deutlich geringere PM-Rohemissionen ermöglichen eine Motor-Applikation auf niedrigste NOx- Emissionen
- Blends von BTL mit konventionellem Diesel lassen überproportional großes Potenzial der Verbesserung erwarten
- neue Motortechnik ist möglich „Dies-Otto“ oder „CCS“ - Motoren

Nachteil:

- derzeit keine nennenswerten Mengen produzierbar. erste Anlage ist seit März 2008 in Deutschland im Probebetrieb (Fa. Choren)

4. Zusammenfassung

Die klassischen Verbrennungsmotoren haben noch großes Entwicklungs-Potenzial hinsichtlich Emissionsminderung und Wirkungsgradverbesserung und werden sich weiter behaupten. Synthetische und biogene Kraftstoffe der 2. Generation stellen größtes und gleichzeitig zusätzliches Potenzial zur weiteren rein technischen inneren Optimierung von Verbrennungsmotoren zur Verfügung. Der Vorteil dieser Kraftstoffe besteht in hoher Qualität, großer Reinheit und „Designbarkeit“ sprich Eigenschaftserstellung nach Wünschen der Motorenentwickler.

- ⇒ **Otto- und Dieselmotor** werden zumindest mittelfristig die beiden **Hauptantriebsquellen** für Fahrzeuge sein. Spezifische Vor- und Nachteile garantieren den parallelen Einsatz. Das Ziel eines kombinierten Diesel-Otto-Verfahrens (in der Literatur als Dies-Otto oder CCS-Verfahren gelegentlich genannt) ist derzeit nur ein Forschungsthema.
- ⇒ Ethanol wie auch Biogas als **Otto-Kraftstoffalternativen** sind bestens geeignete Kraftstoffe. Bei monovalenter Auslegung erlauben sie neue Motorkonzepte.
- ⇒ Als **Dieseralternative** bedarf Pflanzenöl spezieller Motor-Modifikationen. Biodiesel ist ein dem konventionellen Diesel in den Eigenschaften sehr ähnlicher Treibstoff mit einem markanten Unterschied: Die höhere Siedelage bedingt eine schwierigere Regeneration von Partikelfiltersysteme. Um der anspruchsvollen zukünftigen Abgasgesetzgebung Rechnung zu tragen, könnte aus wirtschaftlichen Überlegungen der Trend primär in Richtung Veredlung und Beimischung dieser Kraftstoffe zu Diesel gehen.
- ⇒ HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) und BTL-Kraftstoffe können bei angepassten Diesel-Neufahrzeugen beträchtliche Emissionssenkungen bewirken und stellen die längerfristige Biodieselmotoren dar. Sie können in allen Mischungsverhältnissen bis 100% dem Diesel zugemischt werden. Auch steht ihre Produktion kaum in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion solange agrarische Anbauflächen nicht direkt betroffen sind.

Autor:

Univ.-Prof. Dr. techn. Dipl.-Ing. **Bernhard Geringer**

Bericht: B 08029



c/o Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der Technischen
Universität Wien
A-1060 Wien, Getreidemarkt 9
Tel.: ++43 - 1 /58801 - 31500
Fax.: ++43 - 1 /58801 - 31599
bernhard.geringer@tuwien.ac.at
Http://www.ivk.tuwien.ac.at