

Pflanzenölmotoren

Entwicklungsgeschichte, Merkmale, Stand der Technik, Vergleiche

Entwicklungsgeschichte

Schon vor über hundert Jahren deutete der Visionär Rudolf Diesel in seiner Patentschrift an, dass man die von ihm erfundene Maschine eines Tages auch mit anderen Kraftstoffen, als dem damals üblichen Petroleum betreiben könnte. Besonders die Entwicklung eines Kohlenstaubmotors war für Diesel stets ein großes Anliegen, jedoch hinderten ihn die ständigen technischen und menschlichen Probleme, in die er sich mit seiner Erfindung verstrickte, an erfolgreichen Lösungen für andere alternative Kraftstoffe zu arbeiten. In einigen Veröffentlichungen der letzten Zeit wird zwar behauptet, dass sein auf der Weltausstellung 1900 in Paris gezeigter Motor mit Erdnussöl gelaufen sei, doch hier sind die Autoren einem Scherz aufgesessen; es ist auch schwer nachzuvollziehen, woher Rudolf Diesel zur damaligen Zeit hätte Erdnussöl in der benötigten Menge beziehen sollen. So hat er statt dessen mit den Einnahmen aus seiner Erfindung einige Erdölfelder gekauft, da er Erdöl (nicht aber Erdnussöl) für den Kraftstoff der Zukunft hielt. Mit diesen Ölfeldern hatte er viel Ärger - vielleicht hätte er besser Raps- oder Sonnenblumenfelder kaufen sollen - es ist jedenfalls ein reizvoller Gedanke, sich vorzustellen, dass schon sein Motor mit Pflanzenöl gelaufen wäre: Die Geschichte hätte einen anderen Verlauf genommen.

Später wurden Dieselmotoren - besonders in Not- und Kriegszeiten - schon mal gelegentlich mit Pflanzenöl betrieben. Der berühmte Lanz-Bulldog steht hierfür als ein Beispiel. Das heißt nicht, dass dies schon Pflanzenölmotoren waren, sondern nur, dass es keine besser geeignete Kraftstoffalternative gab. Auf der Internationalen Autoausstellung 1950 erregte ein von dem Ingenieur Ludwig Elsbett entworfenes und von den Autowerken Salzgitter später in Kleinserie gebautes Auto großes Aufsehen. Dieses Fahrzeug war als neunsitziger PKW-Kombi konzipiert, wies erstmalig ein patentiertes Kreuzrahmen-Fahrwerk auf und war mit einem innengekühlten direkteinspritzenden Stern-Dieselmotor ausgerüstet. Diese Technik wurde nie in größerer Serie gebaut, doch sie schuf die Grundlage für die später von ELSBETT entwickelten PKW-Motoren und die Pflanzenöltechnik.

Das im Jahre 1965 gegründete und von Ludwig Elsbett und seinen Söhnen Günter und Klaus betriebene Entwicklungsinstitut arbeitete erst 4 Jahren ausschließlich für die Lastwagenfirma MAN und entwickelte zunächst größere Motoren. 1969 - also vor mehr als 30 Jahren begann man dann bereits mit dem Umbau von PKW-Kammer-Dieselmotoren auf Direkteinspritzung, was damals von fast allen Experten aus Wissenschaft und Industrie belächelt, für unsinnig und technisch nicht machbar gehalten wurde. Sehr bald aber exis-

tierte eine Firmenflotte von einem Dutzend Fahrzeugen, mit denen ELSBETT Erfahrungen für den Bau eines von anderen Herstellern nicht mehr abhängigen eigenen Motors sammelte. Im Jahre 1973 wurde der erste Prototyp dieses neuartigen Motors der Öffentlichkeit präsentiert: Ein Dreizylinder mit 1,45 Liter Hubraum und 90 PS (66 KW) bei 4500 U/min. Dieser Motortyp und seine Weiterentwicklung zum Pflanzenölmotor wurde bei ELSBETT später über tausendmal gebaut und wandelte damit das Denken in den Entwicklungs- und Forschungsabteilungen der Automobilfirmen und Universitäten. Dem Durchbruch des PKW-Direkteinspritzers standen jetzt die einstigen zahlreichen Bedenkenräger nicht mehr im Wege. Fast alle Motorenhersteller kooperierten nun mit ELSBETT, kauften solche Motoren oder ließen ihre Motoren und Autos bei ELSBETT für Forschungszwecke umrüsten, wie z.B.: BMW (6-Zyl.), Mercedes (4-u.5-Zyl.), Audi/VW, Ford, Fiat, Renault, Toyota, Mazda, Mitsubishi, Hyundai (alles 4-Zyl.), General Motors (V8), Volvo (V6) und andere. Das führte zu zahlreichen Lizenzabkommen, mit denen die Forschungsarbeiten im Institut ELSBETT mit seinen 80 Mitarbeitern finanziert werden konnten. Parallel entwickelte ELSBETT auch Lastwagen- und Traktormotoren, sowie stationäre Antriebe und kümmerte sich auch um den Aufbau einer Infrastruktur für die Pflanzenöltechnologie.

Obwohl damit seit 25 Jahren der sichere Nachweis erbracht ist, dass Motoren auch mit Pflanzenöl laufen können, konnte und wollte die Autoindustrie diesen Bedarf nicht decken, sie zweifelte – wohl auch zu Recht - an ausreichender Nachfrage des Marktes. Und sie hielt - wie zuvor schon beim Direkteinspritzer - diese Entwicklung ebenfalls für überflüssig und unsinnig. Dennoch stieg, angeheizt durch die Medien, das Interesse stark an, und es meldeten sich eine Reihe von Kunden, die unbedingt solche Motoren käuflich erwerben wollten. Da niemand in Sicht war, der diesen Bedarf decken wollte, wagte ELSBETT - wider alle wirtschaftliche Vernunft - die Herstellung eines solchen PKW-Motors in eigener Kleinserie. Da es im Gegensatz zu stationären Motoren keine genormten Einbaumaße für PKW-Motoren gibt, wurden zwei gängige Fahrzeugtypen (Mercedes 190 und VW-Passat) ausgesucht und die ELSBETT-Motoren an diese angepaßt, sowie eine Typprüfung für die ABE (allgemeine Betriebserlaubnis) durchgeführt. Insgesamt wurden so einige Hundert Fahrzeuge umgebaut und verkauft. Die zusätzlichen Kosten für diesen echten Pflanzenölmotor nebst Einbausatz beliefen sich für den Kunden auf ca. 20.000,- DM, ein Preis, der über der zumutbaren Schmerzgrenze lag. Andererseits deckten die Einnahmen aus diesem Geschäft bei weitem nicht die erforderlichen Kosten einer Produktion und deren Einrichtungen. Deshalb wurde die Produktion dieser Motoren 1994 wieder eingestellt. ELSBETT ist jedoch bis heute weiterhin mit der Weiterentwicklung der Pflanzenöltechnik und Motoren befaßt.

Geblichen sind aus dieser Zeit eine Anzahl von technischen Pionierleistungen: Bei allen Vergleichsfahrten im In- und Ausland hatte das ELSBETT-Auto im Verhältnis zu anderen den geringsten Verbrauch. Erst in jüngster Zeit gelang es mit dem VW-Lupo vergleichbare Werte zu erreichen, übrigens mit ähnlichen Mitteln, wie sie 30 Jahre zuvor bei ELSBETT belächelt wurden: 3-Zylinder, Direkteinspritzung, Integrierte Pumpe-Düse-Einspritztechnik. Die Gegenüberstellung der Emissionen des ELSBETT-Motors mit denen vergleichbarer Motoren (ohne den Aufwand einer Abgasnachbehandlung durch Rückführung, Partikelfilter oder Katalysator) wiesen ihn als den besten aus. Durch den Wegfall der Außenkühlung ist eine vollständige Kapselung des Motors möglich. Während in hochbeanspruchte LKW-Motoren die von Elsbett entwickelten zweiteiligen Stahl-Gelenk-Kolben bereits serienmäßig eingebaut werden, ist der kleine ELSBETT-PKW-Motor bis heute der einzige mit Stahlkolben für höchste mechanische und thermische Festigkeit.

Inzwischen haben sich neben ELSBETT einige weitere kleine Unternehmen gegründet, die pflanzenöлтаugliche Motoren anbieten - einige von ihnen beruhen auf ehemaligen Mitarbeitern oder Lizenzen von ELSBETT.

Unterschiedliche Motoren-Konzepte für die Pflanzenölverbrennung

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, Pflanzenöl in Motoren zu nutzen:

- Die Umrüstung vorhandener Motoren, um sie pflanzenöлтаuglich zu machen
- Den Bau speziell für den Pflanzenölbetrieb konstruierter Motoren

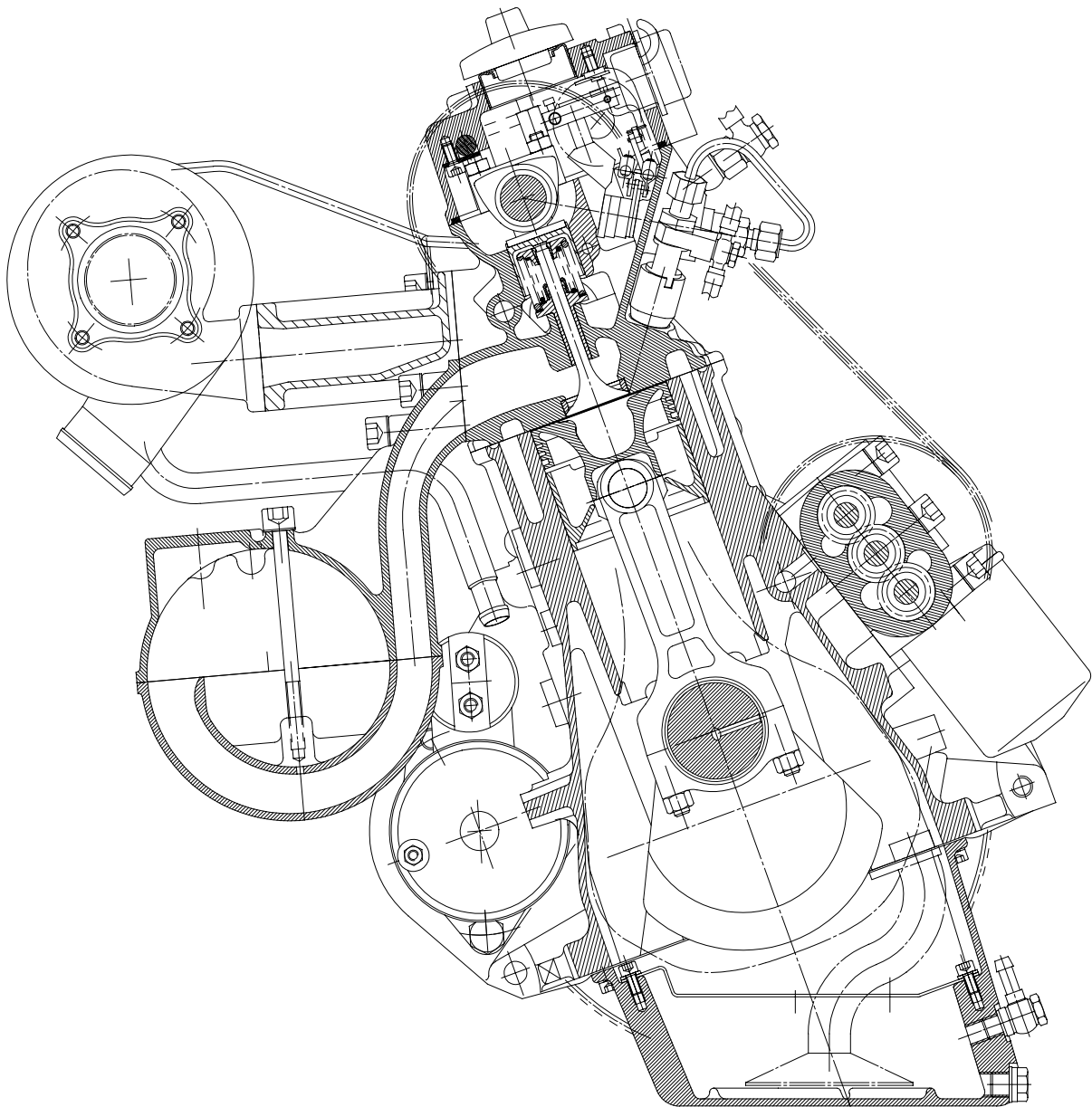
Die erste Möglichkeit, die Umrüstung, profitiert von dem Umstand, daß alle Dieselmotoren zunächst einmal grundsätzlich mit Pflanzenöl laufen können, das ja ebenso wie Dieselmotoren ein flüssiger Kohlenwasserstoff ist. Um die sich hieran anknüpfenden Probleme zu umgehen, bedarf es jedoch einiger Voraussetzungen. Zunächst muß das im kalten Zustand zähe Pflanzenöl durch die Leitungen fließen können. Bei ELSBETT wird das z.B. durch größere Leitungsquerschnitte und Beheizung des Kraftstoffes erreicht. Sofern die Motoren eine Vorglüheinrichtung aufweisen, muß diese in der Regel so geändert werden, daß sie auch in der Warmlaufphase noch funktioniert. Die Kapazität und Maschenweite des Kraftstofffilters muß an Pflanzenöl angepaßt werden. Erhöhung des Kompressionsverhältnisses, Beschichtung von Brennraum- oder Kolbenoberflächen, Modifizierungen an der Einspritzseite, Düsenheizung und andere motorische Maßnahmen erweisen sich in vielen Fällen als zweckdienlich. Der ursprüngliche Motor wird dadurch jedoch nicht prinzipiell verändert. Darum ist diese Technik relativ billig und ermöglicht auch weiterhin den normalen Service durch das Werkstätten-Netz der Autohersteller.

Bei tiefen Temperaturen wird Pflanzenöl fest, abhängig nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der Dauer der Einwirkzeit. Hierdurch entstehen einige Probleme, besonders beim Start. Wenn erst einmal der Kraftstoff im Tank, in den Leitungen, in den Filtern und Einspritzdüsen fest ist, geht nichts mehr. Eine sichere Lösung ist hier ein zweiter Kraftstoff-Kreislauf mit einem kaltflüssigen Kraftstoff (z.B. spezielle Pflanzenöle, Petroleum, Winterdiesel) aus einem zweiten Tank. Die Durchspülung aller Kraftstoffwege muss natürlich schon vor dem Abstellen des Motors erfolgen, um das Einspritzsystem beim Wiederstart bereits gefüllt zu haben. Lästig ist hierbei die erforderliche Spülzeit - sie kann mehrere Minuten dauern. Die Wartezeit kann man mit einem patentierten ELSBETT-Verfahren auf einige Sekunden zu verkürzen, indem der Startkraftstoff mittels einer Hochdruckpumpe so in die Düse gefördert wird, dass er noch vor dem Pflanzenöl eingespritzt wird. Einspritzpumpe und Leitungen müssen dann nicht mehr gespült werden, zu hohe Drücke werden vermieden und dennoch wird nur ein minimales Volumen verbraucht, wodurch der Zusatztank sehr klein sein kann. Diese Lösung ist auch in solchen Fällen praktisch, wo wegen des Betriebs einer Standheizung sowieso ein zweiter Tank notwendig ist.

In der Praxis wird man aber in vielen Fällen eine Lösung bevorzugen, die nur einen einzigen Tank benötigt. Das erfordert einspritzseitige Änderungen, um auch bei niedriger Temperatur eine gute Zerstäubung des Pflanzenöls zu gewährleisten. Der Tankinhalt muss dabei durch entsprechende Zumischung von kaltflüssigen Kraftstoff flüssig gehalten werden. Auch der Dieselfahrer ist es ja gewohnt, im Winter einen anderen Kraftstoff als im Sommer fahren.

Dies alles ändert nichts an der Tatsache, daß umgerüstete Motoren weiterhin Dieselmotoren sind, die nicht für den Pflanzenölbetrieb konstruiert sind. Damit weisen sie einige Unterschiede und Risiken im Vergleich zu den Motoren auf, die von vornherein auch für Pflanzenöl optimiert wurden. Da sind zunächst die Einspritzdrücke, die - besonders bei kaltem Motor - beträchtlich erhöht sind und sich entsprechend nachteilig auf die Mechanik auswirken. Die Regleranpassung, bzw. das erforderliche Chip-Tuning für die Anpassung an veränderte Kraftstoffeigenschaften - z.B. verkürzter Zündverzug - ist oft nicht möglich. Die theoretisch mögliche höhere Leistung kann mit den konventionellen Alu-Kolben wegen deren Schmelzgefahr nicht genutzt werden. Die Wasserkühlung ihrerseits verhindert eine bessere Verbrennung und einen besseren Verbrauch. Wer konsequent echte Pflanzenölmotoren konstruieren will, berücksichtigt diese Besonderheiten, z.B. durch Stahlkolben, Ölkühlung und spezielle Düsen für Pflanzenöl.

Bild 1: zeigt einen Querschnitt des Elsbett-Motors



Vergleiche

Die Vorteile von Pflanzenöl als Motorenkraftstoff werden indes weniger durch die Unterschiede in den Motorenkonzepten beleuchtet, als vielmehr durch den Vergleich mit anderen Antriebsenergien.

Bild 2: Um 1 Liter Benzin (0,76 kg) zu verbrennen, wird der Luft 2,59 kg Sauerstoff entnommen. Erzeugte mechanische Energie im Ottomotor: **8,41 MJ** (2,34 kWh).

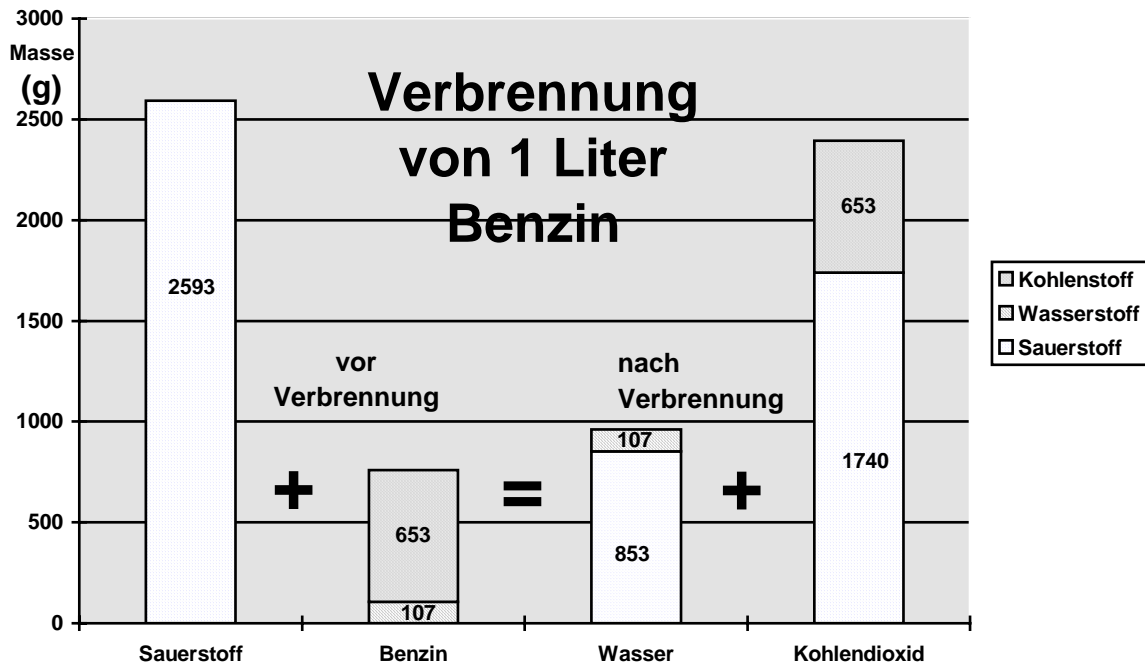
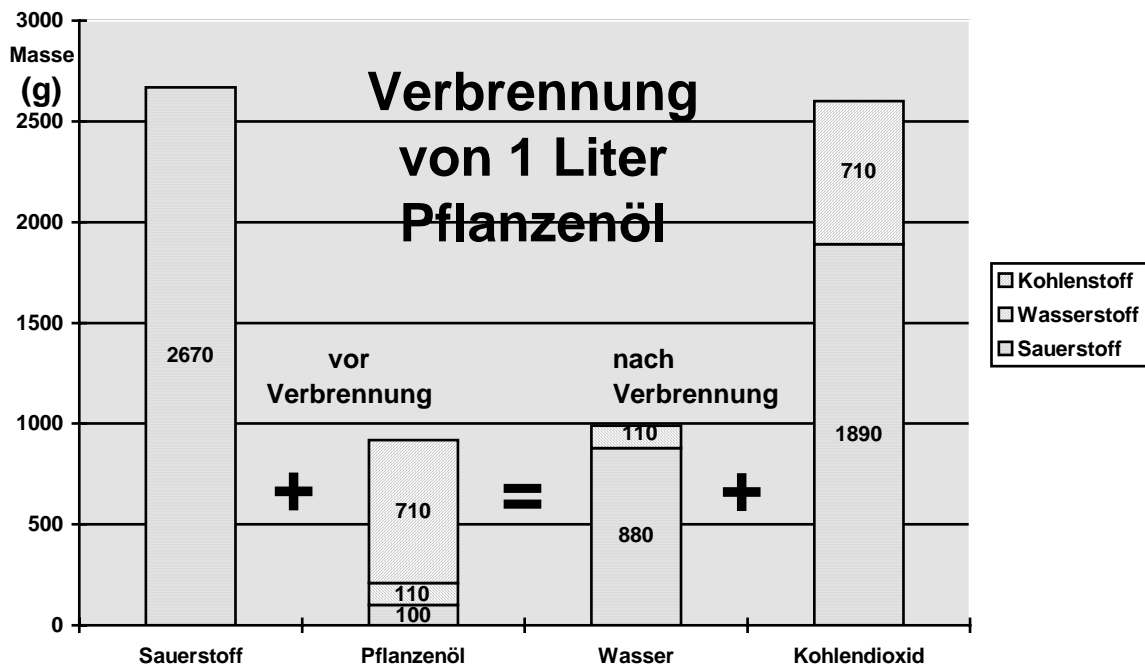
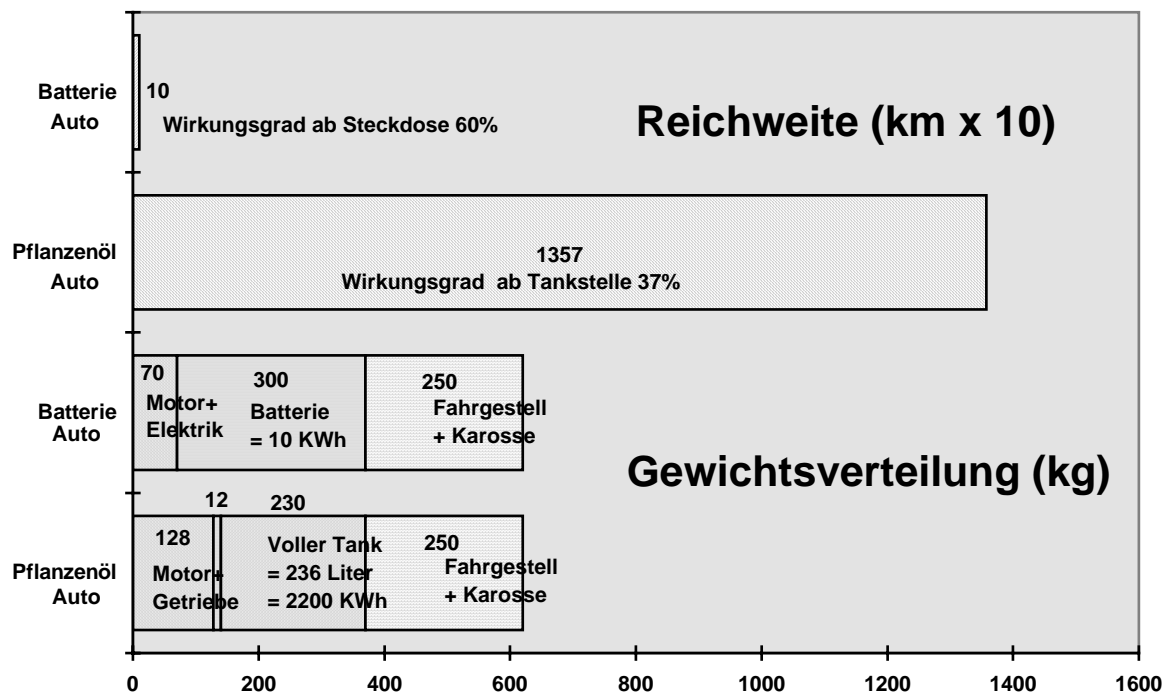


Bild 3: 1 Liter Pflanzenöl (0,92 kg) verbraucht 2,67 kg zuvor von der Pflanze erzeugten Sauerstoff. Erzeugte mechanische Energie im Pflanzenölmotor: **13,25 MJ** (3,68 kWh).



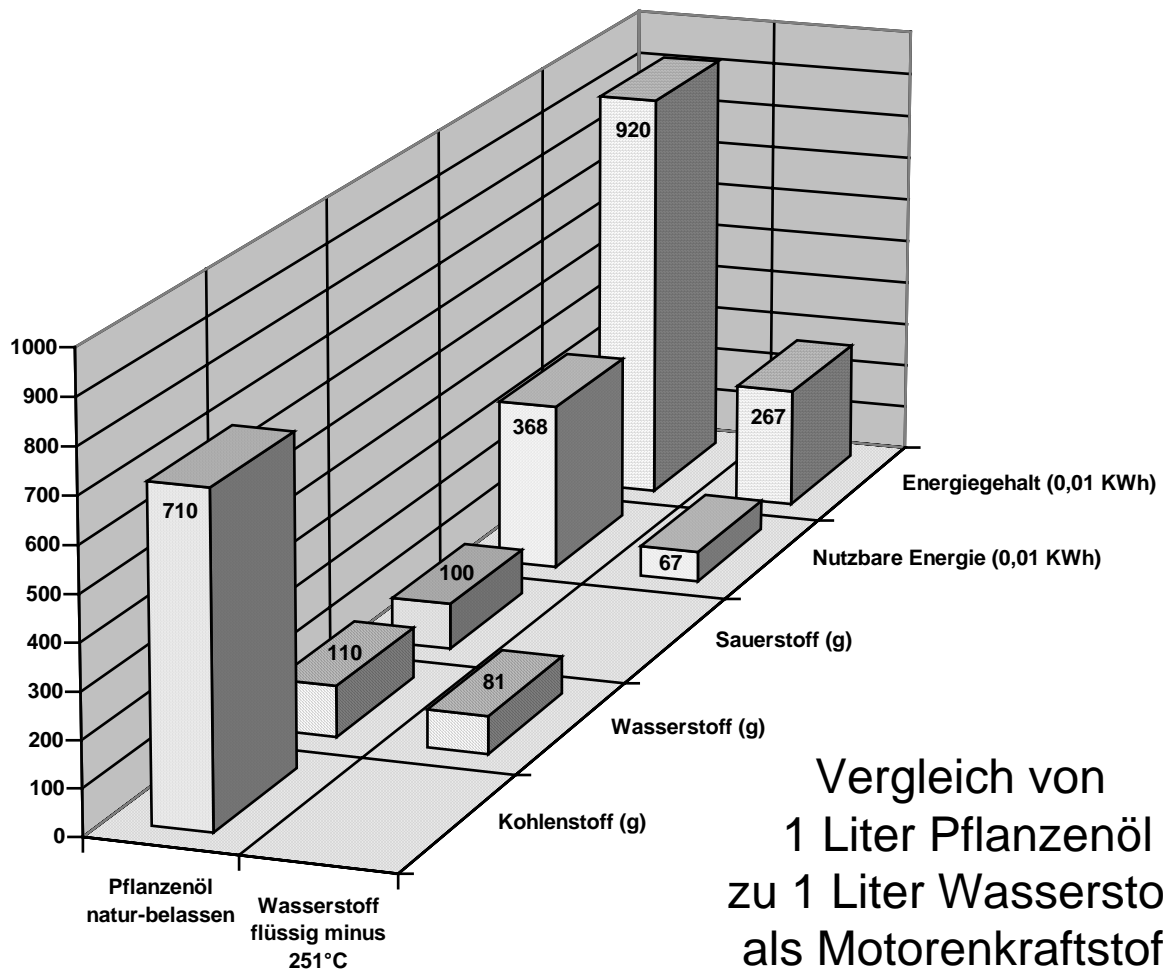
Andere alternative Energien muß das Pflanzenöl - besonders für den mobilen Antrieb - nicht ernsthaft fürchten: Die Photosynthese ist hier auch der Photovoltaik überlegen, speziell im Hinblick auf die Speicherung der Energie: 1 kg Pflanzenöl hat 10 kWh. Elektrisch braucht man dazu eine 300 kg schwere Batterie. Berücksichtigt man die Umwandlungsverluste, kann ein gleich schweres Pflanzenölmotor immer noch mindestens 100 mal weiter fahren, als ein Elektroauto.

Bild 4: Reichweitenvergleich von Fahrzeugen mit Batterie- und Pflanzenölantrieb mit gleichem Gewicht und gleicher Fahrenergie von 6 kWh / 100 km.



Mit Wasserstoff erzielt man ebenfalls nicht annähernd diese Reichweite. Auch der Pflanzenölmotor läuft übrigens u.a. mit Wasserstoff - sind doch in einem Liter Pflanzenöl 50% mehr Wasserstoff enthalten (105 g) als in einem Liter flüssigem reinen Wasserstoff (71 g, bei minus 250 °C) und die Natur hat eine völlig ungefährliche Form der Speicherung gefunden im Kohlenwasserstoff-Molekül längst erfunden. Die chancenreichste Entwicklung der Wasserstofftechnik besteht derzeit in Verbindung mit der Brennstoffzelle und der on-board-Erzeugung des Wasserstoffs aus Methanol. Die damit verbundenen zahlreichen Energie-Umwandlungen nebst den entsprechenden Verlusten (Förderung von Erdöl, Umwandlung in Methanol, Umwandlung in Wasserstoff, Umwandlung in Strom, Speicherung und Umwandlung in mechanische Energie) trübt allerdings die Gesamtenergiebilanz gewaltig, zudem greift man ja wieder auf eine fossile Energie zurück. Methanol könnte zwar auch aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden, die Frage lautet dann nur: Warum nicht gleich den einfacheren Weg mit natürlichem Pflanzenöl gehen?

Bild 5: 1 Liter reiner Wasserstoff enthält nicht nur weniger Energie, sondern auch weniger Wasserstoff als Pflanzenöl, das zudem noch Kohlenstoff und Sauerstoff enthält. Durch besseren motorischen Wirkungsgrad (40% gegen 25% von H₂) ist die nutzbare mechanische Energie Pflanzenöl 4 mal größer als die von Wasserstoff.



Die Alkohol- bzw. Ethanolherstellung für Kraftstoffe aus Weizen oder Zuckerrüben ist unter dem Gesichtspunkt einer Energiebilanz wenig sinnvoll, wenn zur Herstellung des Kraftstoffes weit mehr Energie verbraucht wird, als der erzeugte Kraftstoff selbst besitzt. In Brasilien, wo fast alle PKW mit Alkohol aus Zuckerrohr fahren, haben Mensch und Natur einen hohen Preis dafür bezahlt. Auch in Deutschland hat man diese Technologie nur so lange entwickelt, wie es dafür öffentliche Fördermittel gab.

Ähnlich problematisch ist die Umesterung des natürlichen Pflanzenöls, denn das Endprodukt besitzt danach weniger Energieinhalt, ist leichter brennbar, nicht mehr ungiftig wie ein Food-Produkt, wird in die Wassergefährdungsklasse 1 eingestuft und erfordert zusätzliche Energie und einen großtechnischen Aufwand für die Anlagen. Der wichtigste Grund dafür, dass man anstrebt aus dem schönen natürlichen Pflanzenöl wieder einen Kraftstoff mit möglichst allen schlechten Eigenschaften herzustellen, die man bei fossilem Dieselöl kritisiert, liegt darin, dass dabei die bekannte Motorentechnik nicht geändert werden muss. Ein weiterer Vorteil liegt auch darin, dass die Qualität des Kraftstoffes während der Herstellung besser gesichert werden kann.

Langfristig gesehen ist es jedoch besser zu versuchen, den Motor an die Natur anzupassen, statt die Natur an den Motor. Es ist das Verdienst eines an der Universität München-Weihenstephan gegründeten Arbeitskreises, dass die Standardisierung des natürlichen Pflanzenöls als Kraftstoff im Jahr 2000 abgeschlossen wurde und damit eine wichtige Voraussetzung für eine Anwendung auf breiter Ebene geschaffen wird.

Dass Pflanzenölmotoren derzeit ein Nischenmarkt sind, liegt weder an grundsätzlichen technischen Problemen noch an einer absichtlichen Blockade der Autohersteller oder Ölmultis: Vielmehr ist es auch hier die große Trägheit mit denen gesellschaftliche Veränderungen ablaufen, verursacht durch die mangelnde Einsicht in die Notwendigkeit einer Energiewende unter Beteiligung aller. Wäre es andersherum, d.h. würden alle Motoren seit Rudolf Diesel bereits mit natürlichem Pflanzenöl laufen und jemand würde vorschlagen, nun bitte Benzin oder Dieselöl zu verwenden, ein Aufschrei der Entrüstung würde losbrechen, wie man auch nur einen Gedanken an dieses hochkanzerogene, hochgiftige und hochexplosive Zeug verschwenden könne. Hätte man die riesigen Summen an Forschungsgeldern der letzten hundert Jahre in die Entwicklung von Pflanzenölmotoren gesteckt, der technische Stand wäre selbstverständlich auch noch bedeutend weiter als heute. Das soll heißen: Es gibt noch ein großes Potential an Entwicklung dieser relativ jungen Technik, die Endlichkeit der fossilen Treibstoffe und der Druck der veränderten Umwelt- und Klimaverhältnisse werden ein Umdenken beschleunigen und dazu beitragen, alternative Energieformen nicht nur als nettes Spielzeug zu begreifen, sondern als notwendige Maßnahme. Unter diesem Aspekt können Pflanzenölmotoren einen wesentlichen Beitrag leisten und sollten noch nicht als Episode abgehakt werden.

Autor: Günter Elsbett