

Die Normung von Pflanzenölen als Kraftstoff

Natürliche Öle und Fette dienen den Menschen seit der Erfindung des Feuers auch als Brennstoff. Erdölprodukte spielen erst in der jüngsten Geschichte der Technik eine wesentliche Rolle. Besonders als Kraftstoff für die aufkommende Motorisierung in einer immer mobileren Welt sind Benzin und Dieselöl jedoch bis heute fast unersetzlich geworden. Dies galt bis zu den Jahren 1970 bis 1980. Da geriet die Firma ELSBETT durch die Produktion von einigen Hundert pflanzenöлтаuglichen Motoren in die Schlagzeilen. Pflanzliche Öle waren bis dahin als Kraftstoff nie ernsthaft in Erwägung gezogen worden. Durch die Pionierarbeiten der Firma ELSBETT entstanden Pflanzenölmotoren für die ganze Breite des Anwendungsspektrums: PKW, LKW, Traktoren, Schiffe, Aggregate aller Art wurden pflanzenöлтаuglich, sogar für Flugzeuge wurden solche Triebwerke entwickelt. Seit dieser Zeit ist es erwiesen, dass Pflanzenöl eine echte Alternative zu herkömmlichem Kraftstoff ist.

Schon vor über hundert Jahren deutete der Visionär Rudolf Diesel in seinen Patentschriften an, dass man die von ihm erfundene Maschine eines Tages auch mit anderen Kraftstoffen, als dem damals üblichen Petroleum betreiben könnte. Besonders in die Entwicklung eines Kohlenstaubmotors setzte Diesel stets große Hoffnungen. Es gibt in den uns heute zugänglichen Überlieferungen aber keine Hinweise dafür, dass sich Diesel konkret mit dem Antrieb seiner Erfindung durch Pflanzenöl beschäftigte. 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 ist man einem Scherz von Prof. Dr. Meurer (dem Diesel-Pabst der Siebziger-Jahre) aufgesessen, den dieser auf dem FISITA Kongress 1986 in Belgrad von sich gegeben hatte. Es ist sicherlich schwer nachzuvollziehen, wo man in Paris zur damaligen Zeit hätte Erdnussöl in der benötigten Menge auftreiben können. So hat Rudolf Diesel statt dessen mit den Einnahmen aus seiner Erfindung etliche Erdölfelder gekauft, da er vorhersah, dass Erdöl (nicht aber Erdnussöl) der Kraftstoff für seine Motoren sein würde. 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 hier als Beispiel für einen Motor, der mit fast allem lief, was ölig war. Das heißt nicht, dass dies schon Pflanzenölmotoren waren, sondern nur, dass keine besser geeignete Kraftstoffalternative zur Verfügung stand. Es gab ja dadurch auch genug technische Probleme.

Neben dem Bau speziell für den Pflanzenölbetrieb konstruierter Motoren wie bei ELSBETT gibt es die Möglichkeit der Umrüstung vorhandener Motoren, um sie pflanzenöлтаuglich zu machen. Dabei profitiert man von dem Umstand, dass alle Dieselmotoren zunächst einmal prinzipiell mit Pflanzenöl laufen können, das ja ebenso wie Dieselkraftstoff ein flüssiger Kohlenwasserstoff ist. Auf die zu erwartenden Probleme muss man allerdings in den meisten Fällen nicht lange warten. Zunächst muss das im kalten Zustand zähe Pflanzenöl durch die Leitungen fließen können. Dies kann man durch größere Leitungsquerschnitte und Beheizung des Kraftstoffes erreichen. Oft wird dazu noch die Vorglühanlage umgestrickt. Die Kapazität 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 manchmal 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 Motorhersteller.

Die Erfahrung in den Pionierjahren der Pflanzenöltechnik hat gezeigt, dass die überwiegende Zahl der aufgetretenen Probleme auf mangelnde Kraftstoffqualität zurückzuführen war. Dem Wunsch nach einer Norm für Pflanzenöl, wie sie für Benzin und Diesel selbstverständlich ist, war jedoch nicht so einfach nachzukommen. Diese Norm hätte auch international anerkannt sein müssen, denn ELSBETT war zu dieser Zeit in vielen Ländern, z.B. Malaysia und Brasilien tätig. Da ging es auch nicht um Rapsöl, sondern um Palmöl oder Rizinusöl und viele andere Sorten. Der Druck durch die Erfolge von ELSBETT führte aller-

dings bei den einschlägigen Industrien und Gremien zu überraschenden Konsequenzen: Man machte ganz einfach aus dem Pflanzenöl wieder einen Dieselmotorkraftstoff, verkaufte das Ganze aber unter dem Etikett „Bio“ (Biodiesel, Rapsmethylester), in der berechtigten Hoffnung, kaum einer würde den Unterschied bemerken.

Besonders in Europa bewirkte die Kampagne der größten landwirtschaftlichen Zeitschriftenkette Frankreichs "La France Agricole" mit über 1000 euphorischen Berichten über die Testergebnisse ihrer Elsbett-Flotte mit Rapsöl nicht etwa die Förderung dieser Technik, sondern vor allem den beschleunigten Ausbau der RME-Technologie. Deshalb sollte an dieser Stelle auf einige Unterschiede zwischen beiden Kraftstoffen hingewiesen werden.

- Die Herstellung von RME erfolgt aus schon existierendem Rapsöl und erfordert erheblichen zusätzlichen Aufwand und Kosten, ohne dass das Produkt dadurch energetisch, ökonomisch oder ökologisch wertvoller wird.
- RME ist leichter entzündbar und damit feuergefährlicher als Rapsöl.
- RME ist giftig, wer es trinkt, riskiert - im Gegensatz zum Rapsöl - sein Leben.
- RME fällt unter die Wassergefährdungsklasse 1, Rapsöl dagegen ist nicht in der Liste der wassergefährdenden Stoffe verzeichnet.
- RME kann schlecht dezentral hergestellt werden, z.B. auf dem Bauernhof, dadurch ergibt sich eine erneute Abhängigkeit der Landwirte und die Technik wird bürokratisiert.
- Die RME-Herstellung greift auf hochgefährliche Produkte (Methanol) zurück, welche die Energie- und Öko-Bilanz weiter verschlechtern.
- Die Verteilungsinfrastruktur ist durch lange Transportwege belastet.
- RME hat einerseits den Nachteil, wieder fast allen schlechten Eigenschaften des fossilen Diesels angepasst worden zu sein, andererseits den Vorteil, dass hierdurch so gut wie keine Änderungen der bisherigen Technologie erforderlich sind (d.h. Motoren bleiben weithin unverändert).
- RME hat den Nachteil, dass seine Herstellung eine Großtechnologie mit großen Investitionen und viel Planungsaufwand erfordert, andererseits kann es dadurch viel leichter in gleichbleibender Qualität angeboten werden, wodurch auch die Freigabe durch die Motorhersteller erleichtert wird.

Obwohl Biodiesel im Gegensatz zu Pflanzenöl auf dem Markt fast so teuer wie Diesel ist, aber deutlich weniger Energie besitzt, hat er sich weit mehr und schneller durchgesetzt als Pflanzenöl. Dies ist vor allem auch dem konsequenten Bemühen um eine Qualitätsnorm zu danken, die dafür sorgt, dass es sich um einen reproduzierbaren Kraftstoff handelt, der an die Erfordernisse vorhandener Motoren angepasst ist.

Davon träumte man lange im Lager der Pflanzenölfreunde. Zaghafte erste Bemühungen um eine Standardisierung anlässlich einer Studie des BMFT an Elsbett-Motoren verliefen 1985 im Sande. Ein als „Porsche-Versuch“ bekannt gewordener Großversuch, bei dem ohne vorbereitende Maßnahmen in eine Anzahl von konventionellen Motoren Rapsöl geschüttet wurde, war negativ, denn 1991 stellte man im Nachhinein einen Phosphorgehalt von 300 ppm fest. Im Jahr 1992 wurde ein Forschungsbericht veröffentlicht „Verwendung von Rapsöl zu Motorentreibstoff“ (Gelbes Heft Nr. 40, TU München), in dem zum ersten Male ausführlich auf zahlreiche Eigenschaften von Rapsöl und ihren Einfluss auf den motorischen Betrieb eingegangen wurde – auch im Vergleich zu RME und Diesel, sowie von Mischungen zwischen diesen. Dieser Bericht zeigte nachhaltig die Notwendigkeit einer Standardisierung.

An der Universität Hohenheim berichtete K. Maurer 1994 über einige Jahre von Versuchen und Erfahrungen mit Pflanzenöl als Kraftstoff in einem VDI-Beitrag über die Standardisierung roher Pflanzenöle und machte entsprechende Vorschläge. Es ist letztlich das Verdienst eines an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik der Universität München gegründeten Arbeitskreises unter der Leitung von Dr. B. A. Widmann, sowie von K. Maurer, Universität Hohenheim und Dr. T. Wilharm, Fa. ASG, dass am 22.08.1996 ein „Vorläufiger Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff“ festgelegt wurde. Seither trafen sich Fachleuten aus Landwirtschaft, Ölmühlen, Motorhersteller und -umrüster, Betreiber und Wissenschaftler auf regelmäßigen Sitzungen in Weißenstephan, um zu diskutieren, welche Eigenschaften Pflanzenöl als Kraftstoff aufweisen muss, um einen störungsfreien Betrieb der Motoren zu gewährleisten. Der vorläufige Standard wurde nochmals modifiziert durch Beschluss des LTV-Arbeitskreises

am 2.3.1999 und schließlich am 13.5.2000 auf seiner letzten Sitzung in Straubing als gültiger Qualitätsstandard verabschiedet (Anlage 1).

Dieser Standard bezieht sich allerdings bisher nur auf Rapsöl. Es gibt zahlreiche andere Ölsorten, die zum Teil noch nie erprobt wurden. Anlage 2 zeigt nur eine kleine Auswahl solcher Öle. Für die hilft vorläufig nur die Erfahrung - soweit bisher vorhanden. Es handelt sich zwar um unterschiedliche Pflanzenöle, die aber auch viele Gemeinsamkeiten aufweisen. So ist die Dichte und der energetische Gehalt aller dieser Öle nahezu gleich, sie unterscheiden sich aber sehr stark in ihrer Viskosität. In naher Zukunft sollte man sich für sichere Anwendungen aber auf Rapsöl als Kraftstoff konzentrieren.

Die Pflanzenöl-Qualität ist von entscheidendem Einfluss darauf, ob ein umgerüsteter Motor ohne Probleme läuft. Deshalb sollen die in Anlage 3 erfolgten Bewertungen ein Bild vermitteln, wie wichtig die einzelnen Kraftstoffeigenschaften für den Motorbetrieb sind und wie sie sich auswirken.

Typische auf den Kraftstoff zurückgehende Schäden und Probleme zeigen u.a. die folgenden Merkmale:

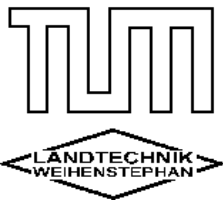


- Luftmangel wegen zugewachsener Einlasskanäle durch Ablagerungen, dadurch Schwarzauch und zu heiße Verbrennung.
- Örtliche Überhitzung durch zu hohen Auslasswiderstand wegen Ablagerungen im Dämpfer, in den Auslasskanälen oder an den Ventilschäften.
- Falsches Spritzbild der Einspritzdüse durch erlahmte Düsenfeder, ausgeschlagene Düsennadel, verstopfte Düsenlöcher oder Ablenkung des Strahls durch Aufbau von Trompetenkratern an der Düsenspitze - führt ebenfalls zu Rußbildung und Überhitzung.
- Kraftstoffmangel durch zu hohe Fließwiderstände oder zugesetzte Filter hat Leistungsminderung und ungleichmäßige Zündung zur Folge. Gefährlich ist es, wenn einige Elemente in der Einspritzpumpe nicht mit Kraftstoff umspült sind und zu lange trocken laufen (Verschleiß).
- Kraftstoffüberschuß durch verstellte oder hängende Regelstangen. Dies kann durch ausgetretene Pflanzenölleckagen verursacht sein (Ölverdickung, Oxidation, Polymerisation).

- Schmierölmangel, z.B. durch verdicktes Schmieröl und dadurch zu niedrigem Öldruck. Das kann u.a. verursacht werden durch Kraftstoffeintrag über die Kolbenringe, z.B. wenn der Zylinder zwar einspritzt aber nicht zündet (zu geringe Kompression, z.B. durch hängen gebliebene Ventile, gebrochene oder ausgeleierte Kolbenringe) – führt zu sichtbarem Blau-
rauch.
- Ölkohleablagerungen im Brennraum, an den Ventilen und im Bereich des Feuerstegs und der Ringnuten des Kolbens – führt zu Wärmeisolation und schlechter Kühlwirkung. Ursache ist Ölverbrauch wegen defekter Ölabstreifringen, undichten Turbolagern oder Ventilschäften, dies wiederum kann auf erhöhtem Verschleiß durch Schmutz, Asche oder Phosphor im Pflanzenöl deuten.
- Ring- oder Kolbenfresser wegen Verklebens der Ringe. Folge: Durchblasen in den Kurbelraum und Gefahr eines totalen Motorschadens.

Die Existenz des Standards hilft, die beschriebenen Schäden zu vermeiden und gibt dem Motorkonstrukteur eine definierte und sichere Basis. Das darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich nur um einen Anfang handelt. Der Standard ist noch keine Norm, schon gar keine internationale. Er gilt nur für Raps, nicht für die vielen anderen interessanten Ölpflanzen. Hier wartet noch ein großes Potential an Hoffnungen und Chancen.

Autor: Günter Elsbett

Anlage 1, Qualitätsstandard für Rapsöl

	LTV-Arbeitskreis Dezentrale Pflanzenölgewinnung, Weihenstephan		in Zusammenarbeit mit:	
	Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) 05/2000		 	
Eigenschaften / Inhaltsstoffe	Einheiten	Grenzwerte		Prüfverfahren
		min.	max.	
für Rapsöl charakteristische Eigenschaften				
Dichte (15 °C)	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185
Flammpunkt nach P.-M.	°C	220		DIN EN 22719
Heizwert	kJ/kg	35000		DIN 51900-3
Kinematische Viskosität (40 °C)	mm ² /s		38	DIN EN ISO 3104
Kälteverhalten				Rotationsviskosimetrie (Prüfbedingungen werden erarbeitet)
Zündwilligkeit (Cetanzahl)				Prüfverfahren wird evaluiert
Koksrückstand	Masse-%		0,40	DIN EN ISO 10370
Iodzahl	g/100 g	100	120	DIN 53241-1
Schwefelgehalt	mg/kg		20	ASTM D5453-93
variable Eigenschaften				
Gesamtverschmutzung	mg/kg		25	DIN EN 12662
Neutralisationszahl	mg KOH/g		2,0	DIN EN ISO 660
Oxidationsstabilität (110 °C)	h	5,0		ISO 6886
Phosphorgehalt	mg/kg		15	ASTM D3231-99
Aschegehalt	Masse-%		0,01	DIN EN ISO 6245
Wassergehalt	Masse-%		0,075	pr EN ISO 12937

Anlage 2, Tabelle: Verschiedene Pflanzenöle

Englischer Name	Lateinischer Name	Englischer Name	Lateinischer Name	Jahres- Ertrag kg / ha
almond	Prunus communis	Suari fat	Caryocar amygdalife-	
apricot	Armeniaca vulgaris	sweet chestnut	castanea sativa	
assai-palm	Euterpe edulis	syrian scabious	cephalaria syriaca	
Awarra	Astrocaryum vulgare	tallow tree	Sapium sebiferum	
Bacaba palm	Oenocarpus bacaba	tarweed	madia sativa	
Baobab	Adansonia digitata	tea-oil plant	Camellia oleifera	
borage	Borago officinalis	tucuma	Astrocaryum tucuma	
Borneo tallow	Shorea stenoptera	turpentine tree	Pistacia terebinthus	
butter nut	Caryocar nuciferum	walnut	Juglans regis	
butter tree	Madhuca longifolia	Water-chestnut	Trapa natans	
Carnauba wax	Copernicia cerifera	meadowfoam	Limnanthes alba	20
cohune palm	Attalea cohune	Corn	Zea mais	143
copaiba tree	Copaifera officinalis	Cashew-nut	Anacardium occiden-	148
corn salad	Valerianella olitoria	oat	Avena sativa	183
crabwood	Carapa guineensis	palm	Erythea salvadorensis	189
croton	Croton tiglium	lupine	Lupinus albus	195
earth almond	Cyperus esculentus	rubber seed	Hevea brasiliensis	217
Essang	Ricinodendron hende-	calendula	Calendula officinalis	256
Eth. Mahagony	Trichilia emetica	cotton	Gossypium hirsutum	273
evening primrose	Oenothera biennis	soy bean	Glycine max	374
ginkgo	Ginkgo biloba	coffee	coffea arabica	386
gorli seed	Oncoba echinata	line seed	Linum usitatissimum	402
grape	Vitis vinifera	hazel-nut	Corylus avellana	405
hemp	Canabis sativa	Euphorbia	Euphorbia lagascae	440
hunters nuts	Omphalea megacarpa	pumpkin seed	Cucurbita pepo	449
indian almond	Terminalia catappa	coriander	Coriandrum sativum	450
Jaboty Palm	Erisma calcaratum	mustard	Brassica alba	481
Japanese	Castanea crenata	dodder-seed	Camelina sativa	490
Janary Palm	Astrocaryum Januari	sesame	Sesamum indicum	585
Java almond	Canarium comune	Abyssinian kale	Crambe abyssinica	589
Kagne-butter	Allanblackia oleifera	safflower	Carthamus tinctorius	653
malabar-nut-tree	Adhatoda vasica	buffalo gourd	Cucurbita foetidissima	665
malabar-tallow	Vateria indica	rice	Oriza sativa	696
manketti nut	Ricinodendron raute-	tung tree	Aleurites spp	790
mururmurupalm	Astrocaryum murmuru	sunflower	Helianthus annus	801
narasplant	Acanthosicyos horridus	cocoa	Theobroma cacao	863
neem	Antelaea azadirachta	peanut	arachis hypogaea	887
niger	Guizotia abysinnica	Opium poppy	Papaver somniferum	978
nutmeg	Myristica fragrans	rape	Brassica napus	999
oiricurupalm	Syagrus coronata	olive tree	Olea europaea	1019
pachira nut tree	Bombacopsis glabra	Indaia palm	Attalea funifera	1112
papaya	Carica papaya	gopher plant,	euphorbia lathyris	1119
passion fruit	Passiflora edulis	castor bean	Ricinus communis	1188
pea	Pisum sativum	bacury	Platonina insignans	1197
peach	Amygdalus persica	pecan-nut	Carya illinoensis	1505
peach palm	Bactris gasipaees	jojoba	Simmondsia chinensis	1528
pistachio	Pistacia vera	babassu palm	Orbignya martiana	1541
powder-flask-fruit	Afraegle paniculata	purging nut	Jatropha curcas	1588
red pepper	Capiscum annum	macadamia nut	macadamia terniflora	1887
red-cotton-tree	Bombax malabaricum	Brazil nut	Bertholletia excelsa	2010
rose hip	Rosa pomifera	avocado	Persea americana	2217
sandal beadtrees	Adenanthera pavonia	coconut	Cocos nucifera	2260
Scotch pine	Pinus silvestris	oiticica	Licania rigida	2520
seje palm	jessenia bataua	Buriti palm	mauritia flexuosa	2743
shea nut	Vitellaria paradoxa	„Pequi“	Caryocar brasiliense	3142
sourcherry	Prunus cesarus	Macahuba palm	Acrocomia spp	3775
spruce	Pikea excelsa	Oil palm	Elaeis guineensis	7061

Anlage 3, Pflanzenöl-Kennwerte, Einfluss auf sicheren Motorbetrieb

Dichte: Die Dichte der verschiedenen Pflanzenöle unterscheidet sich nicht wesentlich. Sie liegen etwa 10% höher als bei Diesel. Die Messung der Dichte ist gut geeignet, um festzustellen, ob es sich um Pflanzenöl handelt, oder um Vermischungen aufzudecken, z.B. mit Diesel oder Biodiesel. Unterschiedliche Dichten wirken sich auf einen sicheren Motorbetrieb nicht negativ aus.

Bewertung: **Weniger wichtig.**

Flammpunkt: Der liegt für alle Pflanzenöle wesentlich höher als bei Diesel. Höhere Flammpunkte wirken sich auf einen sicheren Motorbetrieb nicht negativ aus. Bewertung: **Weniger wichtig.**

Heizwert: Ist für alle Pflanzenöle ungefähr gleich, aber etwa 10% niedriger als bei Diesel. Auf Grund der höheren Dichte ist aber der Energieinhalt pro Liter Pflanzenöl jedoch etwa wieder gleich mit Diesel.

Unterschiedliche Heizwerte verschiedener Pflanzenöle wirken sich auf einen sicheren Motorbetrieb nicht negativ aus, da sie geringfügig sind.

Bewertung: **Weniger wichtig.**

Kinematische Viskosität: Die meisten Pflanzenöle sind dickflüssiger als Diesel. Sie unterscheiden sich in diesem Punkt auch sehr stark untereinander. Die Viskosität ist ein wichtiges Kriterium für den problemlosen Betrieb des Motors. Zu hohe Viskosität wirkt sich auf den Motorbetrieb negativ aus (Blockierung von Filter, Leitungen, Pumpe).

Eine (temperaturabhängige) Nachkontrolle der Viskosität ist deshalb **wichtig.**

Kälteverhalten: Hierfür sind noch keine Prüfbedingungen festgelegt. Es liegt aber auf der Hand, dass dies ein wichtiger Punkt beim Starten und Kaltbetrieb des Motors ist. Hilfsweise kann man sich zunächst an der Viskosität orientieren. In der Praxis wird Pflanzenöl bei tiefen Temperaturen mit Petroleum oder Winterdiesel verdünnt.

Eine Nachkontrolle des Kälteverhaltens ist - auch unter Beachtung des Punktes über die Viskosität - für die Gebrauchsfähigkeit **wichtig.**

Zündwilligkeit: Wird bisher - wie bei Diesel - mit der Cetanzahl angegeben, die jedoch für Pflanzenöle nicht sehr aussagekräftig ist, d.h. niedriger ist, obwohl Pflanzenöl unter motorischen Bedingungen zündwilliger ist. Eine neue Testmethode wird noch gesucht. Deshalb ist die Cetanzahl **weniger wichtig**.

Koksrückstand: Dies ist eine wichtige Kenngröße, da zwischen Koksrückstand und Ablagerungen im Motor eine deutliche Korrelation besteht.

Zu hoher Koksrückstand wirkt sich auf einen sicheren Motorbetrieb negativ aus. Bewertung: **Wichtig**.

Iodzahl: Dies ist das Maß für die Anzahl der Doppelbindungen und wirkt sich auf Ablagerungsrückstände im Motor aus, ebenso auch auf die Lagerfähigkeit des Öls. Bei einigen Ölen können hier größere Abweichungen von den Werten für Raps auftreten. Bewertung: **Wichtig**.

Schwefelgehalt: Schwefel ist ein Katalysatorgift und erzeugt SO_x und Sulfate an Partikeln. Es kommt in natürlichem Pflanzenöl kaum vor und ist eher ein Indiz für Beimischungen anderer Öle.

Zu hoher Schwefelgehalt wirkt sich auf einen sicheren Motorbetrieb negativ aus. Bewertung: **Wichtig**.

Gesamtverschmutzung: Wichtigste Größe! Sie wirkt sich auf Filter- und Düsenverstopfungen aus und hat abrasive Wirkung im Brennraum.

Bewertung: **Sehr wichtig**.

Neutralisationszahl: Sie ist das Maß für den Gehalt an freien Fettsäuren, was durch den Raffinationsgrad und die Alterung beeinflusst wird. Sie kann sich auf die Motorenölqualität negativ auswirken. Hier kann es sowohl innerhalb einer Ölsorte, als auch zwischen den verschiedenen Ölsorten größere Unterschiede geben. Bewertung: **Wichtig**.

Oxidationsstabilität: Sie beschreibt die Voralterung des Öls und ist auch für mögliche Wechselwirkungen des Pflanzenöls mit dem Schmieröl verantwortlich. Mit fortschreitender Alterung steigt auch die Viskosität stetig.

Bewertung: **Wichtig.**

Phosphorgehalt: Er liegt in Form von Phosphorlipiden vor und ist stark vom Herstellungsprozess abhängig. In der Regel hält man bei kaltgepresstem Öl und bei Raffinaten den Grenzwert ein. Phosphor ist ein Motorschädling (abrasive Ablagerungen). Bewertung: **Sehr wichtig.**

Aschegehalt: Beschreibt den Gehalt an Oxid- oder Rohasche. Wirkt abrasiv und kann auch ein Hinweis auf Fremdstoffe im Kraftstoff sein. Er wird schon teils durch die Messung von anderen Kenngrößen erfasst.

Bewertung: **Wichtig.**

Wassergehalt: In emulgierten Zustand ist auch ein höherer Wasseranteil nicht direkt nachteilig, er senkt sogar die Stickoxidemissionen. Jedoch entemulgiert Wasser nach einiger Zeit immer und verursacht dann durch Kavitation Schäden am Einspritzsystem, kann zu Vereisungen führen und provoziert mikrobiellen Befall. Bewertung: **Sehr wichtig.**

Der Sinn der oben angestellten Bewertungen liegt darin, diejenigen Kriterien herauszufiltern, die für eine unmittelbare Prüfung durch den Betreiber eines Pflanzenölmotors von großer Wichtigkeit sind. Es handelt sich hier um langjährige Erfahrungen, welche der Werte häufig nicht eingehalten werden und welche sich besonders schädlich auswirken können. Das bedeutet nicht, dass man die übrigen Werte nicht einhalten muss, sondern nur, dass sie bei Schnelltests hintan gestellt werden können. In diesem Sinne wird vorgeschlagen, folgende Kennwerte für einen regelmäßigen Schnelltest als besonders wichtig zu kennzeichnen:

- **Gesamtverschmutzung**
- **Phosphorgehalt**
- **Wassergehalt**