

Vogel-Fachbuch

Service-Fibel

Friedrich Fischer / Achim Lack

Biokraftstoffe



VOGEL

Friedrich Fischer / Achim Lack
Biokraftstoffe

Service-Fibel

Friedrich Fischer
Dr. Achim Lack

Biokraftstoffe

Vogel Buchverlag

Dr. rer. nat. ACHIM LACK

Jahrgang 1962

bis 1990: Studium an der Universität Ulm; Fachbereich Biologie;

Abschluss: Diplom-Biologe

1995: Promotion an der Universität Ulm; Abt. Angewandte Mikrobiologie; Schwerpunkt: Mikrobiologie – Anaerober Aromatenabbau. Abschluss: Dr. rer. nat.

1995–1998 Tätigkeit im Vertrieb der pharmazeutischen Industrie

1998–2001 Tätigkeit als Projektleiter im Kongress- und Messewesen

2001–2005 Friedrich Fischer & Partner, Eggenfelden, gemeinsame Forschungen und Entwicklungen im Bereich nachwachsender Rohstoffe und Ölpflege; mit Schwerpunkt Ölanalytik

2004 Betriebswirt/IHK

Seit 2005 freiberufliche Tätigkeit u.a. für die Syko GmbH,

Suben/Österreich

Forschung und Vertrieb im Bereich Biokraftstoffe

FRIEDRICH FISCHER

Jahrgang 1944

Ausbildung Landwirt

1972 Meisterprüfung Landwirtschaftsmeister

1962–1986 tätig als praktischer Landwirt

1973–1986 tätig im Prüfungsausschuss

Landwirtschaftsmeister

Seit 1987 tätig im Bereich Filtertechnik, Ölanalytik

Derzeitige Tätigkeiten seit 1992 Pflanzenöle / Dieselmotoren

Tätigkeitsschwerpunkte Systementwicklung: Erzeugung von motor-tauglichen Pflanzenölen, Lagertankhygiene, Optimierung der Verbrauchskennzahlen, Messgerätetechnik für Schmierölqualität.

Weitere Informationen:

www.vogel-buchverlag.de

ISBN 978-3-8343-3094-9

1. Auflage, 2007

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Hiervon sind die in §§ 53, 54 UrhG ausdrücklich genannten Ausnahmefälle nicht berührt.

Printed in Germany

Copyright 2007 by Vogel Industrie Medien GmbH & Co. KG,
Würzburg

Herstellung: Fotosatz-Service Köhler GmbH, Würzburg

Vorwort

«Keine halbe Sachen, sondern die Suche nach der Rundumlösung.»

Redensart, Autor unbekannt

Explodierende Energiepreise, Rentabilität, Sparzwang, Biodiesel oder Pflanzenöl – wie hoch ist das Risiko? Oder ist der evtl. Schaden daraus größer als der Nutzen?

Wenn Sie sich dieses Buch gekauft haben, suchen Sie nach Antworten. Es ist denjenigen gewidmet, die bereits mit Biodiesel oder Pflanzenöl fahren. Es ist geschrieben für jene, die von den zahlreichen Legenden und subjektiven Erfahrungsberichten rund um die Biokraftstoffe verunsichert wurden, also für alle diejenigen, die durch die Energiekostenexplosion zu massiven Sparmaßnahmen gezwungen sind und einen Ausweg suchen. Das sind Speditionen, Schiffseigner, Bauunternehmen und Betreiber von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Es ist aber auch für Kraftfahrzeugwerkstätten interessant, die sich mit dem Thema Biokraftstoffe befassen wollen. In diesem Buch wird detailliert erklärt, was es mit den Eigenheiten von Biokraftstoffen auf sich hat, damit Sie sich Ihre eigene, faktisch begründete Meinung bilden können. In übersichtlichen Tabellen werden alle maßgeblichen Aspekte zusammenfassend dargestellt, damit Sie für Ihr Problem professionelle Ansätze für weiteres Vorgehen erhalten. Die Themen sind in Module aufgegliedert, so dass Sie zwischen Rundumlösungen entscheiden oder eine für Sie zugeschnittene Detaillösung wählen können. Auf konkrete Angaben von Zahlen für chemische oder physikalische Parameter haben wir absichtlich verzichtet und nur dort Zahlenwerte angegeben, wo es uns notwendig erscheint.

Was will dieses Buch auf gar keinen Fall sein?

Es ist kein Do-it-yourself-Werkstatthandbuch! Wir raten dringend davon ab, auf eigene Faust Veränderungen an Ihrem Fahrzeug durchzuführen. Haben Sie sich für Umbauten entschlossen, dann sollten Sie dies Fachleuten überlassen. Jedes Fahrzeug- oder Motorenmodell hat seine Eigenheiten, die wirklich nur ein professioneller Fachmann kennt. Und ganz bewusst haben wir auf die Nennung von Firmenadressen verzichtet. Eine Sammlung von ungeprüften Firmenadressen halten wir nicht für zweckdienlich: So wollen wir den Leser vor eventuellen Schäden durch «Schwarze Schafe» schützen; denn davon gibt es leider genug! Die Autoren kennen eine Anzahl von hochprofessionellen und zuverlässigen Partnern, mit deren Produkten und Dienstleistungen wir langjährige Erfahrung haben. Da jedoch «das Bessere des Guten Feind ist», wollen wir in dieser Hinsicht flexibel bleiben. Die Entwicklung in der Technik ist schnelllebig.

Die Autoren sind jedoch bei Anfragen gerne bereit, Ihnen die aktuell besten Fachleute, Zulieferer oder Dienstleister im jeweiligen Fachgebiet zu nennen. Gleichfalls können wir bei der Projektierung Ihrer Aufgaben behilflich sein – sei es beim Bau einer Biokraftstoff-Produktionsanlage (auf dieses Thema wird in diesem Buch nicht eingegangen) bis zur kompletten Umrüstung Ihrer Aggregate auf Biokraftstoffe oder bis zur wissenschaftlichen Betreuung während des Betriebs.

Ohne Kritiker, Korrekturleser und fachlichen Beistand wäre so ein Buch nicht möglich. All denjenigen, die uns bei der Entstehung dieses Buches unterstützt haben, wollen wir hiermit recht herzlich danken. In alphabetischer Reihenfolge wollen wir die Namen zur Ehrung nennen: ELVIRA DIKTI, JOCHEN GIEBEL, WOLFGANG KLÜN, ALOIS LACK, BARBARA LIEBL und DOREEN STÖTZER.

Apolda
Eggenfelden

Achim Lack
Friedrich Fischer

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Qui bono – Wem nützt es?	11
2 Biokraftstoffqualität	17
2.1 Gesetzliche Vorschriften bei der Bevorratung von Biokraftstoffen	17
2.2 Störfaktor Lagerung – Biokraftstoffe lagern anders	19
2.3 Störfaktor Material – Werkstoffe für die Herstellung von Speichertanks	23
2.4 Störfaktor Wasser – Feuchtigkeit und Biokraftstoff	25
2.5 Störfaktor Mikroorganismen – Biokraftstoff ist Nahrung	30
2.6 Lösungsansätze für einen reibungslosen Biokraftstoffbetrieb	36
2.6.1 Feuchtigkeitsadsorber	36
2.6.2 Die richtige Wahl zum Kauf eines Feuchtigkeitsadsorbers	38
2.7 Wo kaufe ich meine Biokraftstoffe?	41
3 Umbaumaßnahmen	45
3.1 Modifikation von der Kraftstoffzuleitung bis zur Einspritzpumpe	45

3.2	Viskosität von Biokraftstoffen	48
3.2.1	Kraftstoffzuleitung	48
3.2.2	Kraftstofffilter	49
3.2.3	Sekundäre Kühlwasserheizsysteme	50
3.3	Varianten von Komplettlösungen für den Pflanzenölbetrieb	52
3.3.1	Zweitank-System	52
3.3.2	Eintank-System	52
3.4	Verbrennungsprozess	55
3.5	Hygiene und Gasfreiheit im Kraftstoff	60
3.6	Einbau eines Plattenwärmetauschers	61
3.7	Zusätzliche Motoranpassungen auf Pflanzenöl	62
3.8	Spezialpflanzenöle für Eintank-Systeme	65
3.9	Kurbelgehäuseentlüftung	66
4	Die Wechselwirkung von Biokraftstoffen mit Motorenöl	69
4.1	Verkürzung der Motorenöl- Wechselintervalle	69
4.2	Tipps zum Einbau von Zellulosefeinfiltern	77
4.3	Qualitätskontrolle des Motorenöls	80
4.3.1	Chemische Ölanalyse	80
4.3.2	Physikalische Ölanalyse	82
5	Schwachpunkt Einspritzpumpe	85
6	Schwachpunkt Luftfilter	87
6.1	Motoransaugluft	87
6.2	Vorreinigung der Ansaugluft	91
7	Abgasreinigung	93
7.1	Abgasreinigungsprinzipien	93
7.1.1	Die idealen Abgase	94
7.1.2	Die Entstehung von NO _x	95
7.1.3	Die innermotorische Optimierung	97
7.1.4	Die Entstehung von Ruß	98
7.1.5	Nachmotorische Optimierungen	101

7.1.6	Rußpartikelfilter.	102
7.1.6.1	Wandstromfilter.	103
7.1.6.2	Durchflussfilter	109
7.1.7	DeNO _x -Katalysatoren	112
7.2	Abgasreinigung und Biokraftstoffe.	116
7.2.1	Biokraftstoffe und inner- motorische Optimierungen (AGR)	116
7.2.2	Dieselpartikelfilter und Biokraftstoffe	117
7.2.3	Die Harnstoff-Technologie schließt Biokraftstoffe nicht aus	123
8	Gemische aus Diesel und Biokraftstoffen	127
9	Sparkonzepte.	133
10	Gewährleistung	139
11	Altspeisefette als Kraftstoff	143
12	Alternative Biokraftstoffe	147
12.1	Infrastruktur der alternativen Biokraftstoffe.	147
12.2	Biokraftstoffe aus Fetten und Ölen	151
12.3	Biokraftstoffe aus Kohlenhydraten	159
12.4	Synthetische Kraftstoffe aus Biomasse	166
12.5	Methan aus Biomasse.	169
12.6	Welcher Biokraftstoff ersetzt Erdöl?	174
12.7	Das Treibhausgas Kohlendioxid	180
12.8	Die Klimaerwärmung.	183
12.9	Quo vadis – Zukunft der Zivilisation	188
Anhang:	Diagnosetabelle	191
Glossar	193
Literatur-/Quellenverzeichnis	198
Stichwortverzeichnis	199

1 Qui bono – Wem nützt es?

«Gerüchte und Unwahrheiten beeinflussen den Gang der Welt»

Redensart, Autor unbekannt

In diesem Kapitel wollen wir uns, fern von der Technik, zunächst mit den möglichen Ursachen der allgemeinen Verunsicherung mit Biokraftstoffen befassen. Warum ist das Thema Biokraftstoffe so interessant?

Sicher, weil Sie durch die Energiekostenexplosion zu massiven Sparmaßnahmen gezwungen sind. Sicher auch aus ökologischen Gründen, weil uns Biokraftstoffe theoretisch unbegrenzt zu Verfügung stehen (= regenerierbar). Für die meisten steht jedoch der preisgünstige Biokraftstoff im Vordergrund, stellt er doch eine Alternative zum herkömmlichen teuren mineralischen Kraftstoff dar. Jedoch sind die meisten durch die zahlreichen unterschiedlichen Aussagen über Biokraftstoffe verunsichert. Aus diesem Grund haben sich in Bezug auf Biokraftstoffe in Deutschland zwei Lager gebildet. Da gibt es zum einen die fanatischen Gegner und auf der anderen Seite die gnadenlosen Sparfüchse. Es stellt sich nun die Frage, wie es zu einem solch ambivalenten Verhalten kommen konnte. Da gibt es solche, die mit Biokraftstoffen fahren und behaupten, sie hätten noch nie Probleme gehabt. Und da gibt es das andere Lager, die immer ein Opfer von Biokraftstoffen kennen, die schon einen «Motorkollaps» hatten, weil diese mit Biokraftstoffen gefahren sind. Hakt man jedoch genau nach, dann kann sich der Informant an die betreffende Spedition nicht erinnern oder der

Allgemeine Verunsicherung mit Biokraftstoffen

Ambivalentes Verhalten

vermeintlich Betroffene weiß bei Nachfragen von nichts.

Woran liegt das? Zum einen liegt es daran, dass wohl in keinem anderen Land der Lobbyismus gegenüber Biokraftstoffen ausgeprägter ist als in Deutschland. Während in der EU beschlossen wird, Biokraftstoffe massiv zu fördern und den Anteil der Nutzung auf 10% zu steigern, wird in Deutschland genau das Gegenteil gemacht. Dort werden Biokraftstoffe durch einen neuerlichen Gesetzesbeschluss saftig besteuert, um die derzeitig progressive Entwicklung abzuwürgen.

Wenn dies durch Lobbyismus beeinflusst worden sein soll, wer könnte daran Interesse haben?

Viele wissen, dass Marketing dazu dient, ein Produkt in positivem Licht erscheinen zu lassen und mit allen seinen Vorteilen dem potentiellen Käufer schmackhaft zu machen. Jedoch haben die wenigsten von negativem Marketing gehört. Das heißt, ein Kundenbedürfnis soll so beeinflusst werden, dass der Kunde dazu gebracht wird, Bedenken gegen ein Produkt zu hegen und es eben nicht zu kaufen oder zumindest permanent ein schlechtes Gefühl bei ihm zu erzeugen.

Wer tut denn so was, werden Sie fragen? Diese Art von Werbung ist doch in Deutschland verboten. Stimmt, wenn es um ein gezieltes Produkt eines Herstellers oder einer Marke geht. Jedoch dürfen Sie durchaus öffentlich äußern, dass ein Teppich aus Kunstfasern ein großer Mist ist, sofern damit nicht ein definiertes Unternehmen in Misskredit gerät. Der Leser sollte in sich gehen und sich Gedanken darüber machen, welche kapitalkräftige Industrie oder welcher Industriezweig in Bezug auf Biokraftstoffe daran Interesse haben könnte, dem Image von Biokraftstoffen zu schaden.

In letzter Zeit hat sich in Deutschland eine boomende Pflanzenöl- und Biodieselindustrie für die Kraftstoffproduktion entwickelt. Die Produzenten sind wenige Großindustrien und häufig sogar nur mittelstän-

Boomende Pflanzenöl- und Biodieselindustrie für die Kraftstoffproduktion

dische Unternehmen. Gegenüber den Produzenten der herkömmlichen Kraftstoffe sind Letztere freilich allesamt nur «Mikroben», wenn als Kennzahl der Umsatz gesehen wird. Die Gemeinsamkeit der kleinen Anbieter ist ihre weitgehende Unabhängigkeit und deren hohen Anzahl. Sogar größere Speditionen haben schon begonnen, ihren Kraftstoff selbst herzustellen.

❶ *Aus Rapsöl Biodiesel herzustellen ist relativ simpel und mit wenig Technik realisierbar.*

Die Folge ist, dass der Energiepreis der Biokraftstoffe für Großabnehmer durch die große Konkurrenz seit Jahren stabil geblieben ist (im Gegensatz zu den Mitnahmegewinnen an den Tankstellen). Am Anfang war die Biokraftstoffnutzergemeinde klein. Durch die explodierenden Energiepreise haben jedoch immer mehr Speditionen auf diese Biokraftstoffe umgestellt – auf eigenes Risiko, trotz aller Androhungen der Garantieentziehung durch die Kraftfahrzeugindustrie (siehe Kapitel 10). Jegliche Stellungnahmen von Seiten der Fahrzeughersteller waren erfüllt von Hiobsbotschaften, was beim Betrieb mit Biokraftstoffen droht. Manche Hersteller bzw. große Zulieferer haben sich bis zum heutigen Zeitpunkt einer Anpassung an Biokraftstoffe geradezu fanatisch verschlossen. Erst vor Kurzem haben einige Fahrzeugbauer langsam begonnen, sich dem Druck der immer zahlreicheren Nachfragen der Nutzer zu beugen. Und wie steht es so schön im Handbuch der Betriebswirtschaft: «Die Nachfrage regelt den Markt». Trotz alledem wird dieses Nachgeben selten offen kommuniziert. Da gibt es zum Beispiel eine Fahrzeugmarkentreue große Spedition, die provokativ wirbt: «Wir fahren mit Biodiesel». Der fachkundige Beobachter wird nun feststellen: «Hoppla, genau diese Marke hat doch den Einsatz von Biodiesel strengstens untersagt»? Laut Hersteller sind die Fahrzeuge nicht für Biodiesel geeignet, und daher warnt er seine Kun-

den vor ernsthaften Schäden. Und wer diese Warnungen missachtet, bringt sich um seine Gewährleistung!

Was hat nun unsere Spedition gemacht? Die Lösung dieses gordischen Knotens zwischen zwingendem Kostensparzwang und diesen Androhungen durch den Hersteller war, diesen klarzumachen, dass der Kunde König sein sollte oder besser direkt gesagt: «Wir haben von Ihnen ca. 150 Fahrzeuge! Entweder wir können mit Biodiesel fahren oder wir kaufen woanders!» Für den Hersteller ein interessanter Aspekt, bei dem er gerne ein Auge zudrückte, sogar ohne irgendwelche Umrüstungsmaßnahmen als Bedingung. Dies war sicher eine sehr zermürende Entscheidung des Herstellers – vor allem für dessen Marketing. Dennoch ist dies noch lange keine bedrohliche Entwicklung für den Fahrzeugbauer, auch wenn es langsam Schule macht. Der Kunde bekommt das, was er will! Bedrohlich allerdings ist es für denjenigen, dessen Kapital das der Kraftfahrzeugindustrie bei weitem übertrifft und der gleichsam in unterschiedlichster Form mit an den Entscheidungstischen der Fahrzeugindustrie sitzt.

Erdgas als Alternative?

Zugegeben, die Autoindustrie hat wohl deshalb kein Interesse an Biokraftstoffen, weil diese uns regelmäßig ihre eigenen Visionen von alternativen Energieträgern preist. Diese hat uns zukunftsreichere Energieträger in Aussicht gestellt als regenerierbare Biokraftstoffe das sein könnten. Da wäre zum Beispiel Erdgas als eine Alternative. Also gigantische Mengen an zukünftigem Kohlendioxid, das vor Millionen von Jahren durch Pflanzen in Form von Biomasse fixiert wurde und nun in Form von Erdgas als Kraftstoff weiterhin in die Luft geblasen werden soll. Wie wirtschaftlich unabhängig Deutschland durch Gas als Energieträger der Zukunft wäre, haben uns jüngst die Ereignisse in Osteuropa gezeigt.

Wasserstoff

Gerne wird uns auch Wasserstoff als zukünftiger Energieträger präsentiert, dessen immenser Energieaufwand zur Herstellung alles in den Schatten stellt

und für jeden, der nicht stumpfen Sinnes ist, zur Zeit mehr eine Utopie ist als eine Fiktion. Und da sind noch die Motoren, die mit Strom oder teilweise mit Strom betrieben werden. Woher kommt der Strom? – sicher aus der Steckdose! Dass sich diese wunderbaren Visionen einer heilen Welt ohne realisierbare Basis leicht in der Öffentlichkeit präsentieren lassen, wissen auch die Verantwortlichen der Autoindustrie. Das Desinteresse ist vermutlich nur sekundär.

Strom

Für den aufmerksamen Leser stellen sich wieder viele Fragen: Wer sonst sollte kein Interesse an der Zukunft von regenerierbaren Kraftstoffen haben? Wer sollte Öffentlichkeit, Politik und Wirtschaft durch negatives Marketing gegen Biokraftstoff beeinflussen wollen? Wer verliert an Geld und Einfluss, wenn sich in Deutschland eine hohe Anzahl von unabhängigen Treibstoffherstellern etabliert und der Rohstoff vor der Tür wächst oder in Form von unterschiedlichsten Öllieferanten aus aller Welt beziehen lässt?

i Neben Rapspflanzen gibt es unzählige «ölproduzierende» Pflanzen.

Wir wissen es nicht und wir wollen dem Leser auch keine «Verschwörungstheorie» präsentieren. Unser Anliegen in diesem einleitenden Essay ist es nur, Sie anzuregen, bei negativen Aussagen über Biokraftstoffe darüber nachzudenken, wessen Geistes Kind sie sind und welches Eigeninteresse hinter den Argumenten stecken könnte. Wagen Sie einen Blick hinter die Fassade, wenden Sie sich ab von untertäniger Allesgläubigkeit gegenüber großen Namen, damit Sie nicht den Vernebelungstaktiken unterschiedlichster Herkunft unterliegen. Passiert Ihnen nicht?

Hier ein kleiner Test! Fallen Ihnen spontan negative Aussagen aus Funk, Presse und Fernsehen ein, die Sie zum Thema Windenergie gehört haben?

Mit diesem Ausflug zu gesellschaftlichen Fragestellungen wollen wir es belassen. In den folgenden Kapiteln befassen wir uns nun mit der Technik, die Sie bei der Umrüstung von Biokraftstoffen gegebenenfalls benötigen. Da wir Ihnen eine ganzheitliche Behandlung des Themas angekündigt haben, beginnen wir dort, wo der Lauf des Biokraftstoff bei Ihnen beginnt: im Kraftstoffvorratsbehälter!

2 Biokraftstoffqualität

- Gesetzliche Vorschriften bei der Bevorratung von Biokraftstoffen
- Störfaktor Lagerung – Biokraftstoffe lagern anders
- Störfaktor Material – Werkstoffe für die Herstellung von Speichertanks
- Störfaktor Wasser – Feuchtigkeit und Biokraftstoff
- Störfaktor Mikroorganismen – Biokraftstoff ist Nahrung
- Lösungsansätze für einen reibungslosen Biokraftstoffbetrieb
- Wo kaufe ich meine Biokraftstoffe?

Energie und Treibstoffe aus Biomasse sollen den Klimawandel stoppen. Die Europäische Kommission will den Anteil an Biokraftstoffen in den kommenden Jahren massiv erhöhen. Geplant ist ein Anteil am Spritverbrauch von ca. 10% bis zum Jahr 2020. Dafür müssen Öko- und Qualitätsstandards für Biosprit geschaffen werden.

2.1 Gesetzliche Vorschriften bei der Bevorratung von Biokraftstoffen

Biodiesel wird nach der gesetzlichen Einteilung für wassergefährdende Stoffe in Grad WGK 1 eingestuft. (Näheres hierzu in der Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe; VVVwS.) Dadurch sind einige Erleichterungen in Bezug auf die Anlagen- und Tank-

Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe; VVVwS

**Wasserhaushalts-
gesetz
WHG**

stellenverordnung bereits im Vorfeld gegeben, und daraus resultiert wiederum auch eine Kostenersparnis beim Bau einer solchen Tankanlage. Bis zu einem Volumen von 100 m³ ist keine Anzeige- und Prüfpflicht (Näheres im Wasserhaushaltsgesetz, insbesondere im WHG 19 ff.) notwendig, weil bis dahin die Gefährdungsstufe A gilt. Für Pflanzenöl gilt die Einstufung in WGK 0. Besondere Baumaßnahmen sind hier nicht erforderlich, wie dies im üblichen Tankstellenbereich erforderlich wäre. Beachten Sie jedoch, dass dies nicht für Pflanzenölmischungen gilt! Auf den Internetseiten des Bundesumweltamtes sind Fließdiagramme zur Ermittlung der WGK-Einstufung bei Mischungen zugänglich. Weiterhin sind auch bei der Planung von Eigenverbrauchstankstellen einige gesetzliche Vorschriften zu beachten. Die rechtlichen Grundlagen für den Bau von stationären Eigenverbrauchstankstellen sind:

**Wassergefährdungs-
klasse
WGK**

- Baurecht,
- Biokraftstoffquotengesetz,
- Energiesteuergesetz,
- Gewerberecht,
- Nachwachsende-Rohstoffe-Verordnung (NawaRo-V.),
- Umweltrecht,
- Wasserrecht.

**Eigenheiten von
biologischen Kraft-
stoffen**

Bei der Planung der Umstellung von mineralischem Diesel auf Biodiesel oder Pflanzenöl sollte man die Eigenheiten von biologischen Kraftstoffen, schon bei der Lagerung beginnend, berücksichtigen. Denn einige negative Wechselwirkungen, die sich beim Betrieb mit diesen regenerativen Kraftstoffen im Aggregat ergeben können, haben ihre Ursachen schon bei der Lagerung im Treibstoffvorratsbehälter. Werden von Anfang an Vorkehrungen in der Lagerung getroffen, hat man die meisten Nachteile bereits im Vorfeld verhindert. Diese Problematik tritt aber nicht nur bei der Lagerung von

**Lagerung im Treib-
stoffvorratsbehälter**

Biokraftstoffen auf, sondern ist auch bei der Lagerung herkömmlicher Kraftstoffe zu finden, jedoch sind sie hier nicht von einer solchen Tragweite wie bei der Lagerung von Biodiesel oder Pflanzenölen.

2.2 Störfaktor Lagerung – Biokraftstoffe lagern anders

Die Lagerung sollte

- dunkel,
- kühl (zwischen 5 und 10°C),
- trocken,
- mit geringer Kontaktfläche zum Luftsauerstoff und
- sauber

erfolgen.

Bei Lagertanks mit mineralischem Diesel ist bekannt, dass durch sauerstoffabhängige Oxidationen im Diesel unlösliche Polymerisationsprodukte entstehen, die in Form von Flocken und Partikeln sich langsam am Boden des Tankbehälters absetzen. Je länger die Standzeit des Tanks ist, desto mehr Bodensatz hat sich gebildet. Solange Kraftstoff entnommen wird, spielt dieser Bodensatz zunächst kaum eine Rolle. Bei der Wiederbefüllung des Treibstoffvorratsbehälters mit frischem Kraftstoff bilden sich aufgrund der hohen Zulaufmengen pro Zeiteinheit starke Strömungen, die diesen Bodensatz aufwirbeln. Je mehr Bodensatz sich gebildet hat, desto höher ist die Trübung und die Schmutzfracht des neu befüllten Kraftstoffes. Es dauert Tage, bis sich diese Verunreinigungen wieder abgesetzt haben. Werden während dieser Zeit Kraftstoffe zum Betanken entnommen, so fließt hier freilich hoch verunreinigter Brennstoff in den Fahrzeugtank. Dies kann den Kraftstofffilter über Gebühr zusetzen oder sogar verstopfen und führt dann meist im Winter zu Startproblemen oder unterwegs zu Pannen. Bei schlecht

Unlösliche Polymerisationsprodukte

gewarteten Aggregaten können sogar die Einspritzanlagen nachteilig beeinflusst werden, wenn durch überalterte und durchlöcherter Kraftstofffilter Verunreinigungen ungehindert passieren können. Unabhängig von der Energiequelle ist dies die häufigste Ursache für Störungen in der Einspritzanlage.

Störungen in der Einspritzanlage werden vor allem verursacht durch chemische Zerstörungsprozesse des Filtermaterials, an denen überwiegend Mikroorganismen beteiligt sind.

Dieser Problematik wird man zurzeit nur Herr, indem man regelmäßig aufwendige und kostenintensive Tankreinigungen durchführt. Häufige Tankreinigungen kann man eine Zeit lang umgehen, indem man einfach die Intervalle zum Kraftstofffilterwechsel verkürzt. Dieser Weg ist selbstverständlich nur eine Verlegenheitslösung und sollte nur ausnahmsweise gewählt werden.

**Oxidationsprozesse
bei biogenen
Kraftstoffen**

Bei der Lagerung von Biodiesel und Pflanzenöl spielen diese Oxidationsprozesse, die wie oben beschrieben zur Flockenbildung führen, eine noch größere Rolle als bei mineralischem Diesel. Das liegt daran, dass biogene Kraftstoffe ein deutlich höheres Oxidationspotenzial haben, zum Beispiel die Linolsäure und die Linolensäuren (Bild 2.1). Linolsäure ist in hohen Konzentrationen mit bis zu 20% und Linolensäure mit ca. 10% im Pflanzenöl bzw. in Biodiesel enthalten. Diese Substanzen neigen stark zu Polymerisationen (Molekülketten verbinden sich zu Molekülnetzen), und dies führt letztlich zur Flockenbildung (Bild 2.2).

Polymerisationen

Darüber hinaus spielen sich diese Flockenbildungsprozesse in wesentlich kürzeren Zeiträumen ab als in Diesel. Zusätzlich können je nach Qualität der Biokraftstoffe unterschiedliche Mengen der verschiedensten Metallionen (sind in Dieselkraftstoff nicht enthal-

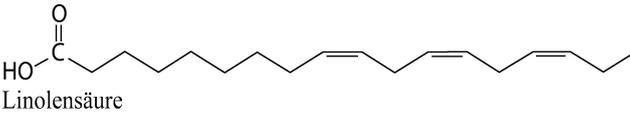
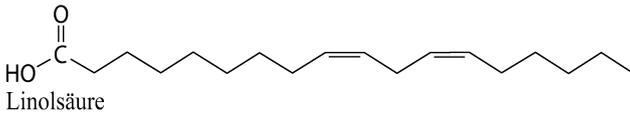


Bild 2.1

Chemische Formeldarstellung der wichtigsten Fettsäureketten in Pflanzenölen. Die Doppelbindungen in den Kohlenstoffketten neigen zu chemischen Reaktionen, die einer der Ausgangspunkte für die «Verderblichkeit» von Biokraftstoffen ist.

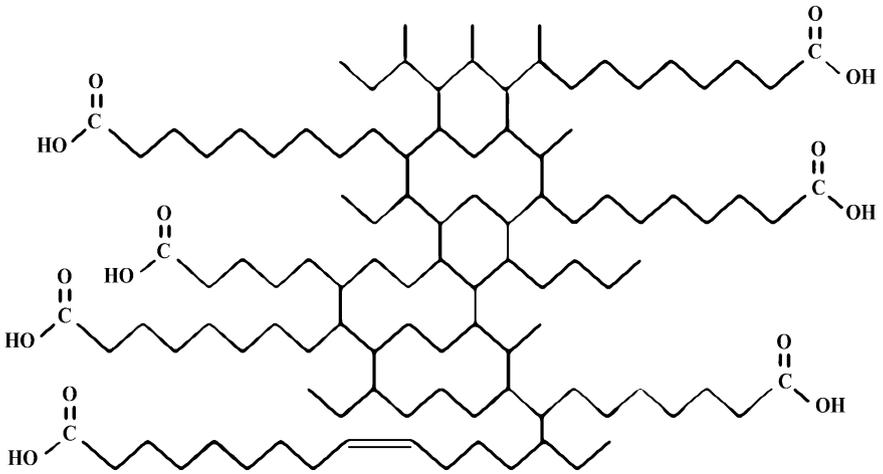


Bild 2.2

Chemische Verbindungen mit Doppelbindungen neigen zum Polymerisieren. Das Ergebnis ist Flockenbildung.

ten, mit Ausnahme in Form von Additiven) enthalten sein, die bei diesen chemischen Prozessen als Katalysatoren fungieren und die Polymerisatbildung deutlich beschleunigen können.

So ausweglos das Geschilderte dem Leser auch erscheinen mag, die Wurzel des Übels sind die Oxidationsprozesse im Kraftstoff, und darin liegt auch die Lösung! Oxidation hat mit Sauerstoff zu tun, und ohne

Stehender Tank