

Ulrich WOLFENBERGER, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Von den rund vierzig Arten verschiedener Ölpflanzen sind weltweit sechs bis zehn von Bedeutung: Soja, Ölpalme, Sonnenblumen Raps, Baumwolle und Erdnuss, mit wesentlich geringeren Mengen auch Kokospalme, Olive, Mais und Färberdistel. Entsprechend ihrer unterschiedlichen Fettsäurenstrukturen sind auch die Eigenschaften verschieden, die in der Ernährung auch anders als für technische Anwendungen sein müssen. Die überwiegende Menge der Pflanzenöle dient der Ernährung, aber immerhin zirka 18 Prozent oder elf Millionen Tonnen werden für chemische und technische Zwecke verwendet.

Weltweit werden rund 60 Millionen Tonnen Pflanzenöl produziert (Bockisch 1993). Der weitaus grösste Anteil - nämlich etwa 21 Millionen Tonnen - stammt von der Sojapflanze in den USA, China und Brasilien. Vom Rapsöl, das in Europa mit drei Millionen Tonnen an erster Stelle steht, gibt es weltweit rund 8,7 Millionen Tonnen, neben Europa hauptsächlich in China, Indien und Kanada.

In Europa werden auf ungefähr acht Millionen Hektaren Ölsaaten produziert. Der gesamte Ölertrag beläuft sich auf rund 6,1 Millionen Tonnen.

In der Schweiz werden neben den etwa 20 000 Tonnen inländischen Pflanzenölen - grösstenteils Rapsöl, sehr wenig Sojaöl - rund 40 000 Tonnen Rohöl, 20 000 Tonnen Ölsaaten und 11 000 Tonnen Ölraffinate eingeführt (Naef 1995).

Nach dem Reinigen werden die Körner in der Regel in zwei Stufen gepresst. In industriellen Ölmühen geschieht dies als Warmpressung, denn die Körner sind auf ungefähr 100 °C vorgewärmt. Entfällt diese Vorwärmung, spricht man von Kaltpressung, wobei sich das Öl durch den Pressvorgang auch auf gut 40 °C erwärmt. Wer die Ölausbeute maximieren will, extrahiert den Pressrückstand anschliessend noch mit Hexan. Der Restölgehalt im Presskuchen nach der Warmpressung beträgt ungefähr 5 %, im Extraktionsschrot noch rund 1 bis 2 %.

\*Kurzfassung des Vortrages gehalten am Symposium «Pflanzenlipide» der 118. Konferenz der Gesellschaft für Biologische Chemie, am Institut für Biochemie Universität Bern.

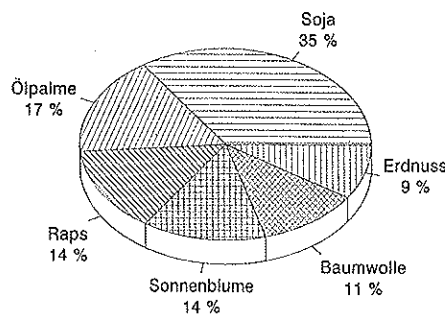


Abb. 1. Ölproduktion in der Welt, 60 Millionen Tonnen.

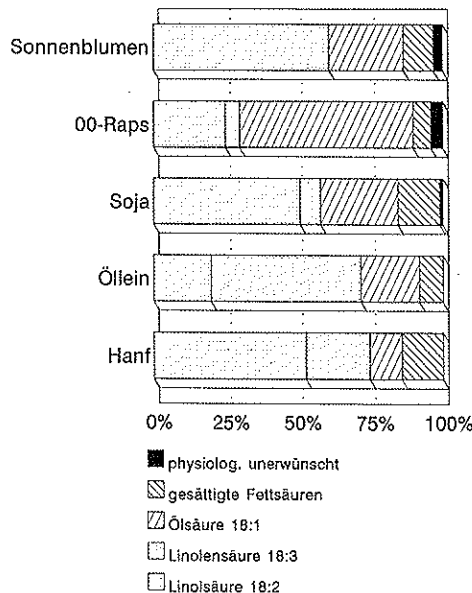


Abb. 2. Fettsäurezusammensetzung (%) von Salatölen (Grössenordnungen; erhebliche Streuungen sind möglich).

Eine Raffination des Öls ist unumgänglich. Mindestens die Filterung - im einfachsten Fall durch Sedimentation - ist nötig. Geht das Öl in den Nahrungsmittel-

bereich, wird es normalerweise entschleimt (Entfernen von Phosphatiden und pflanzlichen Schleimstoffen), entsäuert beziehungsweise neutralisiert (Entfernen der freien Fettsäuren auf weniger als 0,1 %), gebleicht (Entfernen von unerwünschten Farbstoffen) und desodoriert beziehungsweise gedämpft (Entfernen von unerwünschten Geruchs- und Geschmacksstoffen).

Eine anschliessende Modifikation durch Fraktionierung, Winterisierung, Umesterung oder Härtung bietet die Möglichkeit, Öle in ihren Eigenschaften innerhalb weiter Grenzen zu verändern und so den vielfältigsten Anwendungszwecken zugänglich zu machen.

## Öl in der Ernährung

Fette und Öle sind wichtige Energiequellen in der Ernährung, sie bilden den Energievorrat im Körper. Durch die Öle werden essentielle, das heisst lebenswichtige Fettsäuren zugeführt, die der Körper nicht selber synthetisieren kann.

Mehrfach ungesättigte, sogenannte essentielle Fettsäuren, zum Beispiel Linol- (C 18:2) und Linolensäure (C 18:3) beeinflussen einen überhöhten Cholesterinspiegel im Blut günstig. Allerdings ist dafür nicht einmal so sehr die absolute Grösse als eher das Verhältnis zwischen mehrfach ungesättigten und gesättigten Fettsäuren wichtig. Dieses Verhältnis P/S (polyunsaturated fatty acids/saturated fatty acids) sollte gesamthaft etwa 1 sein, liegt aber im Durchschnitt in den westlichen Industrieländern unter 0,5!

Physiologisch eher unerwünschte Fettsäuren sind langkettige gesättigte oder einfach ungesättigte Fettsäuren, zum Beispiel die Erucasäure C 22:1.

Die pflanzlichen Öle sind wegen ihres relativ hohen Anteils an essentiellen Fettsäuren als Salatöle zu bevorzugen. Ein wertvolles Salatöl enthält 30 bis 60 % essentielle Fettsäuren, hauptsächlich Linol- und Linolensäure, und nur 5 bis 15 %

gesättigte Fettsäuren (Stearin- und Palmitinsäure).

### Pflanzenöl als Nachwachsender Rohstoff

Ein Kernproblem der Agrarwirtschaft in den Industrieländern ist die Überschuss-situation. Man schätzt, dass in der EU etwa 16 Millionen Hektaren landwirtschaftliche Flächen frei werden, davon allein in Deutschland 4 bis 5 Millionen Hektaren. In der Schweiz geht man von einer Größenordnung um 100 000 ha aus. Es müssen deshalb auch Möglichkeiten für die Erweiterung des Absatzes agrarischer Produkte ausserhalb des Ernährungssektors gesucht werden. Ebenso wichtig ist eine stärkere Ausrichtung der Agrarproduktion auf die Belange des Natur- und Umweltschutzes. Vor diesem Hintergrund werden verschiedene Möglichkeiten diskutiert:

- Extensivierung der Produktion. Diese Variante steht in der Schweiz im Vordergrund.

- Flächenstilllegung. 1991 wurden in der EU bereits zirka 1,5 Mio ha stillgelegt. In der Schweiz verbreitete sich bisher diese Möglichkeit eher zögernd, da sie auf Freiwilligkeit beruht und dem Ziel der flächendeckenden Landwirtschaft entgegensteht.

- Nachwachsende Rohstoffe. Die Förderung dieser Variante erfolgt in der Schweiz durch gleiche Flächenbeiträge wie für die Stilllegung (Fr. 3000.-/ha). 1995 wurden in Deutschland bereits auf 400 000 ha Nachwachsende Rohstoffe angebaut und man spricht dort von 1,5 Mio. ha für die mittlere Zukunft. In Frankreich waren es bisher knapp 300 000 ha, und in der Schweiz wurde die maximale Stilllegungsfläche von 2000 auf 3000 ha erhöht.

Im Bereich der pflanzlichen Öle ist die industrielle Verwertung auch in grösserem Umfang nicht neu. 1989 verarbeitete die Industrie in der EU zirka 880 000 t Pflanzenöl. Allerdings wurde bisher das meiste in der chemischen Industrie verarbeitete Öl aus aussereuropäischen Ländern importiert.

Bei der technischen Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

**Als technische Rohstoffe:** Diese können eine hohe Wertschöpfung aufweisen. Die Verarbeitung bedingt aber meistens eine aufwendige Verfahrenstechnik. Für Nischenprodukte scheint diese Möglichkeit zurzeit aussichtsreich.

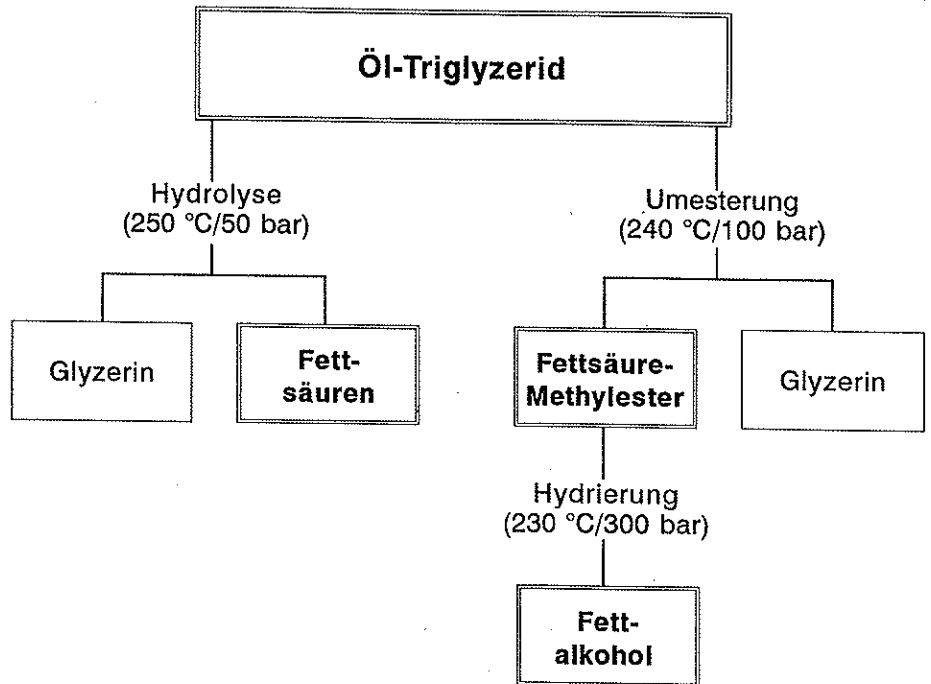


Abb. 3. Verarbeitung von Pflanzenölen.

**Als Energieträger:** Hier gibt es technisch mehr oder weniger erprobte Lösungen, das Potential ist fast unendlich. Mit Nachwachsenden Rohstoffen sind Energieträger nur in beschränktem Umfang zu ersetzen (geschätzt für Industrieländer in der Größenordnung von 5 %).

### Öl für technische Produkte

**Produktübersicht:** Die industrielle Fettchemie befasst sich mit chemischen Umsetzungen an natürlichen Ölen zur Herstellung von technischen Produkten. Öle werden im wesentlichen mit einigen Grundverfahren in fettchemische Basisprodukte überführt, wobei die Verseifung (hydrolytische Spaltung) bereits seit rund 4500 Jahren - damals mit Pottasche - bekannt ist.

Durch Hochdruckspaltung mit Wasser entstehen aus Pflanzenöl Fettsäuren und Glycerin. Mittels Umesterung mit Methanol gewinnt man Fettsäuremethylester und Glycerin. Die Hydrierung des

Methylesters bewirkt die Umwandlung in Fettalkohol.

Weltweit werden etwa 2,2 Mio t Fettsäuren, 450 000 t Fettalkohole, 550 000 t Methylester, 600 000 t Glycerin produziert. Eine Vielzahl verschiedener Verfahren erlaubt die Weiterveredelung dieser Basischemikalien für eine Anwendung beispielsweise in kosmetischen und pharmazeutischen Produkten, bei Wasch- und Reinigungsmitteln und Weichspüler, als Verarbeitungshilfsmittel bei der Leder-, Textil- und Papierherstellung, als Weichmacher in PVC, für Additive in Lacken und Farben, in der Tabakindustrie, für Sprengstoff usw.

**Tenside:** Tenside, vom Wort tensio abgeleitet, sind Stoffe, die die Grenzspannung herabsetzen, also Verbindungen zwischen verschiedenen Stoffen schaffen. Dies ist aufgrund ihrer Struktur möglich: Mit hydrophilem Kopf und hydrophobem Kohlenwasserstoffrest vermitteln sie zum Beispiel zwischen Wasser und Fett. Beim Waschen lösen Tenside Schmutzpartikel

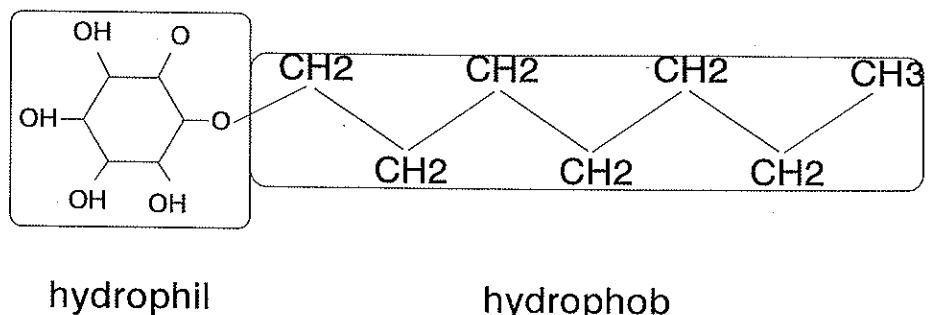


Abb. 4. Tensid Alkylglucosid.



von der Textiloberfläche und halten sie isoliert im Wasser.

Die ältesten technisch genutzten Tenside sind die Seifen. Weltweit wurden 1990 rund 4 Mio Tonnen Tenside verbraucht. Mit der Einführung maschineller Waschmethoden wurden leistungsfähigere Tenside entwickelt, die aus dem Rohstoff Erdöl hergestellt werden.

Vor wenigen Jahren gelang erstmals die grosstechnische Herstellung eines Tensids ausschliesslich auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Durch die Verbindung von Fettalkoholen aus Ölen mit der hydrophilen Glukose aus Stärke entstand das Tensid Alkylpolyglucosid (APG). Die Firma Henkel produziert seit 1992 jährlich 23 000 t solcher Tenside und nimmt dieses Jahr eine zweite Produktionsanlage in Betrieb.

**Polymer-Rohstoffe:** Die erwähnten, durch einfache Reaktionen gewonnenen Basisstoffe können als Grundbausteine in der Polymerindustrie in Kombination mit petrochemischen Bausteinen oder allein zur Herstellung von Kunststoffen verwendet werden.

Durch moderne Pflanzenzüchtung (einschliesslich Gentechnik) werden Sonnenblumen- und Rapsöle angestrebt, die einen Ölsäureanteil von über 85 % aufweisen. Diese ungesättigten Ölsäuren sind reaktiv und lassen sich somit polymerisieren. Ausserdem geht die Züchtung Richtung Sorten, die hauptsächlich eine typischen Ölsäure produzieren (High-oleic-Öle). Damit lassen sich Kunststoffe synthetisieren, die teilweise aus petrochemischen Bausteinen allein gar nicht hergestellt werden können. Somit eröffnet sich ein Feld neuer Kunststoffe mit interessanten Eigenschaften.

Bleibt abzuwarten, ob Polymere aus Pflanzenölen einen Marktzugang finden werden. Es besteht eine reelle Chance, sind doch mit guten Kunststoffen Preise zu erzielen, welche deutlich über den Pflanzenölpreisen liegen, was einen Spielraum für die Produktion offen lässt.

**Technische Öle:** Rapsöl als Schmiermittelgrundstoff ist seit einiger Zeit in reger Diskussion. Einige Produkte wie zum Beispiel Sägekettenöle, Hydrauliköle und Korrosionsschutzöle gibt es bereits im Handel. In den letzten Jahren führten wir an der FAT mit solchen Ölen einige Praxisuntersuchungen durch (Stadler und Schiess 1996). Dabei kamen ausschliesslich Schmieröle mit unverändertem Pflanzenöl als Grundstoff zum Einsatz. Über die Additivierung gab es keine Informationen.

**Sägekettenöl:** In der Schweiz werden jährlich etwa 700 000 l Kettenöl als Verlustschmierung im Wald verteilt. Somit ist die biologische Abbaubarkeit von zentraler Bedeutung. Diese ist nach normierter Testmethode mit über 95 % sehr gut, was übrigens auch für die Hydrauliköle auf Rapsölbasis gilt.

Die Neigung zum Verharzen bei ungenügender Pflege und Reinigung der Geräte wird als Nachteil empfunden. Wegen des höheren Preises ist die Verbreitung auf freiwilliger Basis beschränkt. In Österreich werden deshalb seit 1990 nur noch rasch abbaubare Sägekettenöle im Handel zugelassen.

**Hydrauliköle:** Im Gegensatz zu den nur kurzfristig gebrauchten Ölen bei Verlustschmierungen sollen Hydrauliköle eine gute Langzeit-Alterungsstabilität aufweisen. Das steht im Widerspruch zur geforderten guten biologischen Abbaubarkeit, die auf der Oxidation der ungesättigten Fettsäuren beruht.

Die Versuche an fünfzehn Maschinen im Praxiseinsatz - Mistkran, Greiferkran, Mährescher, Hoflader und Strohpresse - haben im wesentlichen gezeigt, dass Hydrauliköle auf Rapsbasis einsetzbar sind, vorausgesetzt dass die Geräte ein eigenes, geschlossenes Hydrauliksystem aufweisen und nicht stark belastet sind, das heisst die Temperaturen im Öl 80 °C nicht übersteigen. Zudem sind für termingerechte Ölwechsel regelmässige zeit- und kosten- aufwendige Ölanalysen unabdingbar. Ein weiteres Problem bilden die Leckagen und Verharzungen. Wo Öl austritt, entstehen zusammen mit Luft, Staub und Feuchtigkeit unansehnliche Verharzungen, die nur mit viel Aufwand wieder zu entfernen sind. Hydrauliköle aus Raps können also nicht vorbehaltlos eingefüllt werden.

**Korrosionsschutzöl:** Die meisten Landmaschinen der Aussenwirtschaft werden im Herbst gereinigt und mit Korrosionsschutzöl behandelt. Häufig werden nicht nur die blanken, sondern auch die lackierten Stahlteile angestrichen. Im Frühjahr soll die Maschine ohne Reinigungsaufwand wieder einsetzbar sein.

Die praktische Untersuchung von acht verschiedenen Korrosionsschutzölen auf Rapsbasis hat eher ernüchternde Ergebnisse gezeigt: Zwar ist der Korrosionsschutz bei allen Ölen gut, aber keines vermag die Nebenbedingungen recht zu erfüllen. Meistens bleibt die behandelte Farbschicht stark klebrig und verschmutzt, müsste also vor dem Einsatz gereinigt werden, und bei einigen Ölen

wird die Farbschicht gar angegriffen und quillt auf.

## Öl als Energiequelle

**Rohes Pflanzenöl - nur für speziell konstruierte Motoren:** Im Jahre 1900 war Rudolf Diesel, der Erfinder des Dieselmotors, gezwungen, seinen Motor mit Pflanzenöl zu betreiben, da fossile Brennstoffe nicht leicht erhältlich waren. Inzwischen wurden die Motoren zu höherer Drehzahl, zu mehr Leistung und zu besserem Wirkungsgrad entwickelt und die fossilen Brennstoffe darauf abgestimmt. Der Einspritzdruck des Treibstoffes stieg, die Verbrennungszeit wurde kürzer - heute ungefähr 1/100 Sekunde. Die Einspritzdüse muss für eine gute Zerstäubung sehr fein sein. Aus diesem Grunde kann rohes Pflanzenöl in modernen Motoren nicht gebraucht werden - mindestens nicht für eine lange Zeit: Die Düse ver-russt und verkockt. Das Rohöl hat eine zu hohe Viskosität, um im Motor sauber zu brennen (Korte 1991). Nur speziell konstruierte Motoren, wie der direkt einspritzende Dieselmotor ELSBETT, können mit rohem Rapsöl betrieben werden. Die Injektionsdüse ist tangential gegen den Wirbel des Luft-Einlassstromes gerichtet, um eine gute Zerstäubung zu erreichen. Dieser Motor läuft sehr gut und weich. Versuche an einem ELSBETT-Motor ergaben einige erwähnenswerte Resultate, welche mit denjenigen eines guten modernen Dieselmotors zu vergleichen waren. Auch die Gasemissionen waren unter dem Limit, aber leider nicht der Rauchsstoss. Und natürlich sind speziell konstruierte Motoren in kleiner Stückzahl immer teuer (Wolfensberger und Stadler 1990).

**Mischungen mit Pflanzenöl - im Teststadium:** Es wird nun nach einfachen und billigen Lösungen gesucht, um die Viskosität von Pflanzenöl zu reduzieren. Diesbezüglich sind Experimente bekannt mit einer Mischung von 80 % Rapsöl, 14 % Benzin - um die Viskosität zu reduzieren - und 6 % Alkohol - um die Zündwilligkeit zu verbessern. Der faszinierende Vorteil wäre eine sehr einfache Produktion: Ein Landwirt könnte leicht seinen eigenen Treibstoff herstellen. Die Versuche mit verschiedenen Komponenten und Mischungsverhältnissen werden fortgeführt.

**Rapsmethylester - bereit für den Markt:** In vielen verschiedenen Instituten in Europa wurde vorgeführt, dass es technisch möglich ist, Rapsmethylester (RME) als Diesel-Treibstoff zu verwenden.

den. In Tänikon erfolgten solche Versuche zwischen 1989 und 1993 (Wolfensberger *et al.* 1993).

Die Umesterung von Öl in Brennstoff muss sehr billig und so einfach wie möglich sein. Sie wird - entgegen der Ölindustrie - mit atmosphärischem Druck niedriger Temperatur ausgeführt. Mit dieser Art der Produktion können ungefähr eine Tonne RME und zirka 1800 kg Rapskuchen aus einer Hektare Raps erreicht werden. Letzterer ist als Tierfutter verwendbar. Das Glycerin ist ein verschmutztes Nebenprodukt, welches nach einer Destillation als technisches (relativ minderwertiges) Industrieglycerin Verwendung findet. Dieser Prozess der Umesterung mit Methanol senkt die Viskosität des Öls beträchtlich, während gleichzeitig die Cetanzahl des Brennstoffes - das heisst die Zündwilligkeit - ansteigt.

Wir hatten drei Traktoren und einen Busmotor auf dem Prüfstand, welche mit RME-Diesel betrieben wurden, alles un-abgeänderte Motoren. Die Messwerte zeigen deutlich, dass die Differenzen der Leistung unbedeutend sind. Die Motoren weisen jedoch einen gleichmässigen spezifischen Treibstoff-Mehrverbrauch für RME von 12 % auf. Dieser Mehrverbrauch stimmt mit dem 13 % niedrigeren Heizwert von RME überein. Heutzutage jedoch interessieren vor allem die Emissionen. Beim Rauchausstoss - typisch für Dieselmotoren - können wir mit RME eine bedeutende Reduktion gegenüber Diesel-Brennstoff erreichen, durchschnittlich nahezu 50 %.

Von den Gas-Emissionen haben wir übereinstimmend mit den internationalen Vorschriften Kohlenmonoxid CO, Kohlenwasserstoffe HC und Stickstoffoxide NOx gemessen. Dabei gab es sehr kleine Unterschiede zwischen RME und Diesel. Motor-Konstruktion und Betriebs-Modus hatten eine grössere Einwirkung auf die Abgas-Zusammensetzung als der Brennstoff. RME-betriebene Motoren gaben - mit Ausnahme von ein oder zwei Fällen - weniger CO und HC ab, produzierten jedoch in allen Fällen mehr NOx-Emissionen. Und natürlich gab es keine Schwefel-Emissionen, da RME keinen Schwefel enthält. Weitere Tests, zum Beispiel mit Katalysator und zusätzlichem Messen der Partikel zeigten weder Nachteile noch beträchtliche neue Vorteile in den Emissionen.

In den Feldversuchen hatten wir zwei Traktoren auf einem Landwirtschafts-Betrieb während drei Jahren und fünf Busse in der Stadt Zürich (Zürcher Verkehrsbe-

triebe VBZ) während eines Jahres im Einsatz. Dabei konnten wir folgende Erfahrungen sammeln:

- Den Motor bei niedriger Temperatur zu starten - unter -8 °C - ist nicht möglich.
- Das übliche Gummi-Material für Treibstoff-Schläuche wurde weich und löste sich auf.
- Die Belästigung durch schlechten Geruch war das grösste Problem in der Stadt. Speziell die Busfahrer protestierten sehr und einige weigerten sich, einen Biodiesel-Bus zu fahren. Dieses Problem konnte mit Oxydations-Katalysatoren behoben werden.
- Einige Farben sind nicht resistent gegen RME; sie wurden weich und blätterten ab. Am Ende der Feldtests wurden die Motoren zerlegt. Wir konnten keine abnormalen Rückstände oder Abnützungen feststellen, zum Beispiel in den Zylindern, auf den Ventilen oder im Abgas-System. Alle Tests bestätigten, dass es mit Biodiesel wenig technische Probleme gibt und dass diese lösbar sind.

## Wie weiter mit technischer Nutzung der Ölpflanzen?

Der grosse Durchbruch bei den nachwachsenden Rohstoffen ist in Kürze nicht zu erwarten. Es gibt noch viele Hindernisse, vor allem finanzielle und politische. Trotzdem oder gerade deshalb muss die Forschung und Entwicklung weitergehen:

- Auf pflanzenzüchterischem Gebiet sind Ölpflanzen mit bestimmten Fettsäuren beziehungsweise bestimmten Anteilen an Fettsäuren gefragt. Beispielsweise werden wie erwähnt hochölsäurehaltige Raps- und Sonnenblumensorten mit 85 % Ölsäure gewünscht.
- Die landwirtschaftliche Verfahrenstechnik soll umweltschonend, rationell, verlustarm und kostengünstig sein und gleichbleibende Qualität und Lieferkonzentration garantieren.
- Auf dem Gebiet der Verarbeitung und Verwendung besteht weiterer Forschungsbedarf. Wohl auf sehr unterschiedlichem Entwicklungsstand, ist doch kaum eine der genannten technischen Anwendungen bereits befriedigend gelöst. So ist bei den Polymerbausteinen noch Grundlegendes zu tun, wogegen beispielsweise beim Rapsmethylester als Treibstoff vor allem Verfahrensoptimierung und -verbilligung angezeigt ist.
- Die Möglichkeiten der Entsorgung und Rückführung in die Natur von technischen Produkten, die biologische Abbau-

barkeit, sind zentrale Anliegen der Entwicklung auf dem Gebiet der nachwachsenden Rohstoffen. Ziel muss sein, den Stoffkreislauf zu schliessen.

## LITERATUR

Das Literaturverzeichnis ist beim Autor erhältlich.

## RÉSUMÉ

### Utilisation technique des plantes oléagineuses

Plus de 18 % de la production mondiale d'huiles végétales, soit 11 sur 60 millions de tonnes, sont utilisés aujourd'hui dans les domaines technique et de l'énergie. Sur le plan chimico-technique, la saponification d'huiles végétales est connue depuis longtemps. Récemment, la transformation en acides gras par hydrolyse et la production d'ester méthylique d'acides gras par transestérification ainsi que la transformation subséquente en alcools gras par hydrogénation ont gagné en importance. Ces substances chimiques de base sont utilisées dans les cosmétiques et les détergents ou comme additifs dans les vernis, etc. A l'avenir, on s'intéressera particulièrement à l'utilisation des huiles végétales en tant qu'agents tensioactifs, lubrifiants et éléments de polymères. Quant à la valorisation énergétique des huiles végétales, les études menées dans différents pays étaient principalement sur l'utilisation d'esters méthyliques comme carburants pour moteurs diesel. Selon un essai effectué en Suisse, il n'existe plus de problèmes notables du point de vue technique.

## SUMMARY

### Technical use of oil crops

Over 18 % of today's world production of vegetable oils, i.e. about 11 out of 60 million tonnes, are used for technical or energy purposes. In the chemico-technical field the saponification of vegetable oils has been known for a long time. Recently the transformation to fatty acids by hydrolysis, the production of fatty acid methyl ester by transesterification and the subsequent transformation to fatty alcohols by hydrogenation have gained importance. These basic chemicals are used in cosmetics and detergents or as varnish additives, etc. Future interest will be particularly on the use of vegetable oils as tensides, lubricants and polymer elements. As regards the energy use of vegetable oils, the studies carried out so far in different countries have focused mainly on the production of methyl ester as fuel for diesel engines. As shown in a Swiss trial, there remain no substantial technical problems to be solved.

**KEY WORDS:** vegetable oil, oil production, fatty acids, renewable raw materials, technical products, fuel