



Pflanzenöl als Kraftstoff

1. Einleitung

Wenn auch die Industrie in unseren Breiten auf die direkte Nutzung der Sonnenenergie verzichten kann, so rückt doch unausweichlich der Tag näher, an dem sie aus Brennstoffmangel auf die Leistung anderer Naturkräfte zurückgreifen müssen. Wir zweifeln nicht daran, dass sie noch lange von der gewaltigen Wärmekraft der Steinkohle- und Erdölvorkommen profitieren wird. Aber diese Vorkommen werden sich zweifellos erschöpfen.
(Augustin Mouchot 1879)

Dieses Zitat von Mouchot deutet bereits im **Jahre 1879** die zunehmende Verknappung der fossilen Energie- und Rohstoffreserven an. Es stammt aus einer Zeit, in der ca. 2 Mrd. Menschen auf der Erde – so viele wie heute in China und Indien zusammen – gelebt haben. Die Versorgungsproblematik mit Energie hat sich seitdem durch ein gigantisches Bevölkerungswachstum verstärkt.

In seiner Patentschrift im Jahr 1912 schrieb Rudolf Diesel:

„Der Gebrauch von Pflanzenöl als Kraftstoff mag heute unbedeutend sein. Aber derartige Produkte können im Laufe der Zeit ebenso wichtig werden wie Petroleum und diese Kohle-Teer-Produkte von heute.“

„Diesel“ war nicht von Anfang an ein rein fossiler Kraftstoff. Als Rudolf Diesel den „Dieselmotor“ entwickelte, experimentierte er vor allem mit Pflanzenöl (Nussöl), da dieses billig und in ausreichender Menge vorhanden war. Als dann aber die Ölförderung billiger wurde, wurde der Kraftstoff „Diesel“ dann aus Rohöl hergestellt.



Durch die massive Nutzung aller fossilen Ressourcen innerhalb einer kurzen Zeitspanne von ca. 250 Jahren hat sich zudem das Gleichgewicht im Kohlenstoffkreislauf verschoben. Als Konsequenz ist die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre auf fast 400 ppm angestiegen. Die Folgen einer zunehmenden globalen Erwärmung sind komplex und haben dramatische Auswirkungen auf Ökologie und Ökonomie.

Um der Ver- und Entsorgungsproblematik die mit der Nutzung fossiler Energiereserven verbunden ist entgegenzuwirken, müssen zukunftsfähige Energiesysteme ökologisch, ökonomisch, sozial und human verträglich sein. Die vielfältigen direkten und indirekten Nutzungsvarianten solarer Strahlungsenergie, die im Überangebot zur Verfügung stehen, können dem Forderungskatalog der „Nachhaltigkeit“ gerecht werden. Eine Variante stellt dabei die Nutzung Kaltgepresster Pflanzenöle als Kraftstoff für Pkw-Motoren und Blockheizkraftwerke dar.

2. Die Bereitstellungsnutzungsgrade biogener Flüssigkraftstoffe

Während in Mitteleuropa für die Gewinnung biogener Flüssigkraftstoffe der Anbau von Winterraps und Sonnenblumen die entscheidende Rolle spielt, können weltweit eine Fülle von Ölpflanzen, z.T. auch wesentlich ertragreichere Ölfrüchte, angebaut werden. Im Hinblick auf die motorische Nutzung der Kraftstoffe können Verbrennungsmotoren thermodynamisch modifiziert und an die physikalisch chemischen Eigenschaften von Kaltgepressten oder Vollraffinierten Pflanzenölen angepasst werden. Eine andere Variante stellt der chemischen Anpassung der Pflanzenöle an die die thermodynamischen Eigenschaften konventioneller Dieselmotoren durch Umesterung zu Biodiesel dar. Allen Kraftstoffvarianten wird bezüglich der motorischen Verbrennung die CO₂ - Neutralität bescheinigt. Während der Verbrennung im Motor wird nur die Menge an CO₂ emittiert, welche zuvor während des Photosynthesen Prozesses aus der Atmosphäre absorbiert wurde.

Um die Frage zu klären, inwiefern nachwachsende Flüssigkraftstoffe der Forderung nach Ressourcenschonung effektiv gerecht werden können, ist der zusätzliche fossile Energieaufwand in den



Bereichen der Landwirtschaft (Saat, Düngung, Biozideinsatz und Ernte), der Kraftstoffgewinnung (Kaltpressverfahren, Vollraffination oder Umesterung) sowie des Abtransportes zu erfassen und in Relation zum Heizwert zu betrachten.

Der Bereitstellungsnutzungsgrad g beschreibt dabei den kumulierten fossilen Energieaufwand, welcher in der Bereitstellung notwendig war, und setzt diesen in Relation zum Heizwert des Kraftstoffes incl. des kumulierten Energieaufwandes. Die günstigsten Bereitstellungsnutzungsgrade von über 80 % Kaltgepresste Pflanzenöle auf, die unter Nutzung von Wirtschaftsdüngern angebaut wurden und nach dem on-farm-Konzept dezentral bereitgestellt wurden. Die ungünstigsten Werte ergeben sich für die Bereitstellung von Biodiesel mit ausschließlicher Mineraldüngung im Landbau. Die Bereitstellungsnutzungsgrade fallen bis nahe an die 50%-Marke. Für die Bereitstellung eines Liters Biodiesel ist im Äquivalent nahezu dieselbe Menge fossile Energie aufzuwenden.

3. Die Nutzung biogener Flüssigkraftstoffe in Blockheizkraftwerken (BHKW)

In zentral gelegenen Kodensations-Kraftwerken werden nur ca. 34 % von den eingesetzten Primär-Energieträgern in elektrische Sekundärenergie gewandelt. Der restliche Energieanteil in Form von Wärme bleibt ungenutzt. Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung beschreibt die wesentlich effektivere gleichzeitige Nutzung von Strom und Wärme aus einem thermodynamischen Prozess. Die rationellste Variante der Kraft-Wärme-Kopplung erfolgt in dezentralen Blockheizkraftwerken mit Verbrennungsmotoren. Der Gesamtnutzungsgrad kann hier bis zu 90 % steigen.

Im Rahmen umfangreicher Prüfstandsarbeiten wurden vielstofftaugliche Blockheizkraftwerke entwickelt, welche sowohl Kaltgepresste Pflanzenöle, Vollraffinate als auch Biodiesel nutzen können. Das Brennverfahren konventioneller Stationärmotoren wurde an die veränderten physikalisch-chemischen Kraftstoffeigenschaften angepasst. Hauptziel aller Entwicklungs-Arbeiten war die Verbesserung der Kaltstarteigenschaften sowie der Verlängerung der Wartungszyklen. Die Erfassung der elektrischen und thermischen Wirkungsgrade, der Stromkennzahlen sowie der spezifischen Kraftstoffverbräuche zeigt, dass sich alle biogenen Kraftstoffe (Kaltgepresste Rapsöle, Vollraffinate und Biodiesel) gleichermaßen gut eignen. Die elektrischen Wirkungsgrade steigen bei Wirbelkammermotoren nahezu deckungsgleich für alle Kraftstoffe auf 30 % im Vollastbetrieb an, die thermischen Wirkungsgrade steigen bis auf 50 % an.

In Summe können mit Kaltgepressten Pflanzenölen die günstigsten Gesamterntefaktoren über den gesamten Lebenszyklus eines Blockheizkraftwerkes erreicht werden. Die für die Herstellung, Nutzung (incl. Bereitstellung der biogenen Kraftstoffe), Wartung und Entsorgung des BHKW notwendige Energie wird über einen gesamten Lebenszyklus der Anlage bis zu neunmal wieder in Form von Strom und Wärme bereitgestellt. Die ungünstigsten Gesamterntefaktoren resultieren aus dem Betrieb der BHKW-Anlagen mit energieintensiv bereitgestelltem Biodiesel. Die über einen Lebenszyklus eingesetzte Energie kann nur zweimal wieder bereitgestellt werden.

4. Zusammenfassung

Der global wachsende Energiebedarf wird nur noch kurze Zeit über die begrenzt vorhandenen fossilen Energieressourcen zu decken sein. Neben der Versorgungsproblematik führt die massive Nutzung fossiler Energien zu einem rasanten CO₂-Anstieg in der Atmosphäre. Die damit verbundene globale Erwärmung hat vielseitige negative ökologische und ökonomische Konsequenzen. Zukunftsfähige Energiesysteme müssen ökologisch, sozial, human und ökonomisch verträglich sein.

Kaltgepresste Pflanzenöle – als eine indirekte Nutzungsvariante solarer Strahlungsenergie - können weltweit nach dem on-farm-Konzept mit einfachsten Verfahrens-Techniken kostengünstig bereitgestellt werden. Am Beispiel der Bereitstellungsketten von Kaltgepressten Rapsölen, Vollraffinaten und Rapsmethylestern erkennt man den deutlich geringeren Bereit-Stellungsenergieaufwand für Kaltgepresste Rapsöle. Die Bereitstellungsnutzungsgrade steigen über 80 % an.

Als effektive Energiesysteme zur Umwandlung biogener Flüssigkraftstoffe in elektrische und thermische Sekundärenergie zeichnen sich motorisch betriebene Kleinst-Blockheizkraftwerke aus. Die eingesetzte



Primärenergie wird zu ca. 35 % in elektrische und zu ca. 50 % in thermische Energie umgesetzt. Ein speziell entwickeltes Brennverfahren lässt die Nutzung Kaltgepresster Pflanzenöle, Vollraffinate oder Rapsmethylester in modifizierten konventionellen Serienmotoren zu. Die Gesamterntefaktoren liegen zwischen **9** (für den Betrieb mit Kaltgepressten Rapsölen) und **2** (für den Betrieb mit energieintensiv bereitgestelltem Biodiesel).

Da die Kraftstoff-Bereitstellung durch bereits vorhandene Infrastrukturen der heimischen Landwirtschaft erfolgen kann, werden regional Arbeitsplätze gesichert. Durch die Nutzung eines heimischen Energieträgers wird Kaufkraft lokal gebunden. Die Verbrennung der Kraftstoffe erfolgt nahezu schwefelfrei, CO₂ - neutral und ungefährlich für das Grundwasser. Vor dem Hintergrund der dargestellten Ver- und Entsorgungsproblematik mit fossilen Energien können Kaltgepresste Pflanzenöle als Motor-Kraftstoffe allen Forderungen der Nachhaltigkeit gerecht werden.

PFLANZENÖL oder WASSERSTOFF?

1. Einleitung

Die dritte, noch glimpflich abgelaufene Erdölkrise haben wir gerade überstanden. Erinnern Sie sich noch an den Herbst 2000? An die Tankstellenblockaden in England und die wütenden Proteste in ganz Europa? Wenn es um Energie geht, verstehen die Menschen offenbar keinen Spaß! Die Weltwirtschaft stellt sich inzwischen auf ein neues, gegenüber Anfang 1999 knapp dreifaches Preisniveau ein. Wesentliche Ursache dieses Preissprungs:

Die Industriestaaten (USA und EU) sind nicht mehr in der Lage, durch Eigenförderung den Erdöl-Weltpreis niedrig zu halten, die Verknappung an Erdöl hat eingesetzt und die OPEC hat das Sagen!

(vgl. SCHINDLER & ZITTEL, 1999)

Unter diesen neuen Rahmenbedingungen erscheint ein bisheriges Nischenprodukt der Landwirtschaft in einem völlig neuen Licht:

Pflanzenöl, das zukünftige Gold der Landwirte, das nicht nur als Nahrungsmittel und Industrierohstoff, sondern in zunehmendem Maße auch als Energieträger und Kraftstoff an Bedeutung gewinnen wird. Pflanzenöl ist biochemisch gespeicherte Sonnenenergie höchster Dichte. Jedem Samenkorn hat die Natur eine Portion Pflanzenöl mitgegeben: Eine geniale Starthilfe, um den Sämling unter den verschiedensten Umweltbedingungen und noch völlig unabhängig von Licht und Nährstoffen die Chance zur Wurzel- und Sprossbildung zu geben. Im Vergleich zu Biofeststoffen (Holz, Stroh) und Biogas stellt Pflanzenöl die dichteste Energieform der Photosynthese dar.

Pflanzenöl mit einer Energiedichte von rund 0,921 kg/l / 9,2kWh/l - Diesel 0,821 kg/l / 9,8kWh/l - Benzin 0,740 kg/l / 8,6kWh/l

Im Gegensatz zu Benzin und Diesel ist Pflanzenöl jedoch regenerativ, CO₂ - neutral und frei von Schwefel, Schwermetallen und Radioaktivität. Es besteht nur aus Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und ein wenig Sauerstoff (O) im Verhältnis von etwa C₆₀H₁₂₀O₆.

Die heutige Nutzung von Benzin und Diesel stellt einen Raubbau an der sich erschöpfenden Ressource Erdöl dar und vollzieht sich nicht in Kreisläufen. Pflanzenöl dagegen kann und wird wieder regional und global geschlossene, naturgemäße Kreisläufe ermöglichen. Dies gilt insbesondere für die CO₂ - Frage.



- Können aber Pflanzenöle den fossilen Energieträger „Erdöl“ überhaupt annähernd ersetzen?
- Wie groß ist das Potenzial an gewinnbaren Pflanzenölen in Deutschland und weltweit?
- Schließen sich Ölpflanzenanbau und Nahrungsmittelanbau nicht gegenseitig aus?
- Gibt es überhaupt genügend Anbauflächen?
- Und heißt der zukünftige, einzigartig umweltfreundliche Energieträger nicht „Wasserstoff“?

Auf diese und weitere Fragen im Zusammenhang mit einer zukunftsfähigen, nachhaltigen Landwirtschaft soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

2. Solar-Wasserstoff- und Pflanzenöl-Technik im Vergleich

Schon seit Jahrzehnten verbreiten die Medien die Vorstellung, Wasserstoff sei der ideale Energieträger der Zukunft und die Brennstoffzelle die überall einsetzbare Technik, um Strom und Wärme aus Wasserstoff sauber zu erzeugen.

Die Ankündigungen der Autoindustrie (z.B. der Wasserstoff-Verbrennungsmotor von BMW und der Brennstoffzellen-Antrieb bei Daimler / Chrysler) haben im letzten Jahr geradezu eine Wasserstoff-Euphorie geschürt. Sehr wenig hört man allerdings darüber, wo denn der viele Wasserstoff herkommen soll. Aus fossilem Erdgas etwa?

Dann haben wir unter Umwelt- und Klimaschutz-Gesichtspunkten praktisch nichts gewonnen. Am umweltfreundlichsten wäre es, Wasserstoff elektrolytisch aus Wasser mit Hilfe von Solarstrom zu produzieren (Solar-Wasserstoff).

Unter Wissenschaftlern verbreitet sich jedoch zunehmend Skepsis an der ubiquitären Einsatzfähigkeit der Wasserstoff-Technik. Wesentliche Gründe dafür: Die physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff sind auf der Erde bei Atmosphärendruck und Normaltemperatur denkbar ungünstig. Als kleinstes Element ist Wasserstoff zwar sehr leicht, aber extrem flüchtig:

Es diffundiert sogar durch die Stahlwände einer Druckflasche! Gasförmig hat es dort bezogen auf sein Volumen eine sehr geringe Energiedichte. Aber selbst bei -253°C verflüssigt, ist seine Energiedichte

mit 2,3 kWh je Liter Wasserstoff nur ein Viertel derjenigen von Pflanzenöl (9,2 kWh/l)

bei 20°C . Und zur Erzeugung und Verflüssigung von 1 Liter Wasserstoff wird derzeit rund dreimal mehr Fremdenergie benötigt, als zur Gewinnung von 1 Liter Pflanzenöl. Zusammen genommen bedeutet das, dass Pflanzenöl energetisch gesehen zwölf mal besser abschneidet. Es ist eine Gegenüberstellung der als optimal angestrebten Solar-Wasserstoff-Technik mit der Pflanzenöl-Technik nach 10 Parametern vorgenommen worden.

Das Ergebnis:

Nur bei der Verbrennung der beiden Energieträger schneidet die Wasserstoff-Technik besser ab (bei nicht optimierter Verbrennung von Pflanzenöl entstehen nämlich CH-Radikale und Poly-zyklische Aromaten), alle anderen 9 Gesichtspunkte fallen eindeutig zugunsten der Pflanzenöl-Technik aus.

In der Gesamtenergie-Bilanz (Lagerungs-, Transport- und Befüllungsverluste eingeschlossen) unterliegt die Solar-Wasserstoff-Technik der Pflanzenöl-Technik im Verhältnis von ca. **1:15**, d.h. die Pflanzenöl-Technik ist rund **15-mal** Energie effizienter.



3. Pflanzenöl-Potenziale

Wenn man bedenkt, dass rund 270.000 Pflanzenarten weltweit bekannt sind, wovon mehr als 30.000 als essbar gelten, aber nur 120 Arten Bedeutung im Anbau haben, von denen wiederum nur 9 Arten für 75 % der menschlichen Nahrung sorgen, dann erkennt man, welche Nahrungs-Einfalt sich die moderne menschliche Gesellschaft trotz der ungeheuren natürlichen Pflanzens-Vielfalt zumutet.

Was für den Nahrungsmittelbereich gilt, trifft verstärkt für den Bereich der Ölpflanzen-Nutzung zu: In Deutschland werden fast nur Raps (>80%) und daneben Sonnenblumen sowie Öl-Lein in nennenswerter Menge angebaut. Dabei wären bei uns mehr als 15 Ölpflanzen anbaufähig (z.B. Rübsen, Ölettich, Ölräuke, Leindotter, 3 Arten von Senf, Saflor, Ölradie, Ölziest, Lupinen, Hanf u.a.), europaweit sogar rund 50 Arten, weltweit wahrscheinlich über 2000 Arten. Letztlich enthalten alle Samen und das Fruchtfleisch mancher Gehölze (z.B. Avocado, Ölpalme) Pflanzenöle bzw. Pflanzenfette.

So zahlreich die Züchtungen in Hinblick auf Steigerung der Öl-Erträge oder der Veränderung der Fettsäuremuster bei einigen wenigen Ölpflanzen (wieder insbesondere Raps und Sonnenblume) und in Bezug auf Speiseöl-Qualität oder industrielle Anwendungen erfolgten, so hat nahezu keine züchterische Arbeit bisher stattgefunden, was die Nutzung von Pflanzenölen als Energieträger anbelangt (vgl. SCHUSTER, 1992). Das qualitative Potenzial ist also so gut wie unerschlossen.

Auch das quantitative Potenzial ist wenig bekannt. Dennoch können zuverlässige Anhalts-Werte genannt werden. Angenommen, in Deutschland würde nur aus dem gut durchgezüchteten 00-Raps Pflanzenöl gewonnen, der einen Kornertrag von rund 4 Tonnen je Hektar mit einem Ölgehalt von über 40% hat, dann könnte mit einem theoretischen Ölertrag von 1,6 t/ha gerechnet werden.

Bei einer Kaltpressung ohne Extraktion beträgt die Ausbeute 85%, es könnten also 1,36 t/ha Rapsöl gewonnen werden. Da Raps nur alle 4 Jahre auf derselben Fläche angebaut werden kann, könnte maximal jeder 4. Hektar mit Raps genutzt werden. Von 12 Mio. ha Ackerfläche in Deutschland wären also 3 Mio. ha mit Raps bebaubar, die 4 Mio. Tonnen Pflanzenöl (1,36 t/ha x 3 Mio. ha) pro Jahr liefern würden.

Der Inlandsabsatz von Dieselmotoren betrug 1997 gemäß dem Bundeswirtschaftsministerium 26,3 Mio. Tonnen. Geht man von etwa gleich hohem Verbrauch der Motoren bei Verwendung von Diesel- oder Pflanzenöl-Treibstoff aus, so wäre die deutsche Landwirtschaft rechnerisch in der Lage 15% (4:26,3) des derzeitigen Dieserverbrauchs zu erzeugen.

Der heutige durchschnittliche Kraftstoffverbrauch im Dieselmotorenbereich (einschließlich Lkw und Bussen) kann mit ca. 9 Liter je 100 km angesetzt werden. 3-Liter-Fahrzeuge sind schon auf dem Markt und plausible Entwicklungen in Richtung 1,5 Liter-Fahrzeugen werden angegangen. Würde es gelingen, den durchschnittlichen Verbrauch auf 3 Liter zu verringern, dann könnte die deutsche Landwirtschaft fast die Hälfte (45%) des Dieselmotorenbedarfs decken.

Bei den Überlegungen zum Potenzial der Pflanzenöle sollten wir uns aber nicht auf die Grenzen Deutschlands beschränken. Auch eine Einschränkung auf die EU (die in naher Zukunft vielleicht schon 80% des EU-Dieselmotorenbedarfs durch Pflanzenöle substituieren könnte) ist nicht erforderlich. Das tun wir bezüglich der heutigen Kraftstoffe (Diesel und Benzin) ohnehin nicht: deutlich weniger als 1 % des in Deutschland benötigten Erdöls stammt aus deutschen Erdölquellen! Weltweit gesehen ist das Potenzial an



Pflanzenölen selbst für den heutigen Erdölbedarf ausreichend. Eine - zugegeben stark vereinfachte - Rechnung mit dem Anbau nur einer exemplarischen Ölpflanze - der Ölpalme in den Tropen - kann es belegen.

Das weltweite Pflanzenöl-Potenzial bezogen auf den Anbau von einer von über 500 bekannten Ölpflanzen z. B. die Afrikanische Ölpalme (*Elaeis guineensis*)

1. Ölertrag von Ölpalmen: 10.000 Liter je Hektar und Jahr = 1 Mio. Liter je km² und Jahr
2. Welt-Erdölbedarf 1996 (nach SHELL): ca. 3.600 Mrd. Liter
3. Landfläche Afrikas: 30 Mio. km²
4. Landfläche aller Kontinente: 136 Mio. km²
5. Notwendige Anbaufläche für Ölpalmen: $3,6 \times 10^{12} \text{ Liter} : 1 \times 10^6 \text{ Liter/ km}^2 = 3,6 \times 10^6 \text{ km}^2 = 3,6 \text{ Mio. km}^2$

Auf Afrika bezogen würden **12 %** der Landfläche beansprucht, weltweit wären es **2,6 %**.

Natürlich kann niemand ernsthaft fordern, ein Achtel Afrikas mit Ölpalmen zu bepflanzen, schon aus ökologischen und klimatischen Gründen nicht. Aber jedes Land der Erde könnte seine eigenen heimischen Ölpflanzen auf 1-5% seiner Fläche anbauen, Ölpflanzen, die zum Teil wie „Unkraut“ gedeihen (z.B. Ricinus in den Tropen, Purgiernuß in der Sahelzone und Leindotter in Mitteleuropa).

Auf jeden Fall sind die Pflanzenöl-Potenziale weitaus höher, als wir auf den ersten Blick meinen. Und dank der übrigen Erneuerbaren Energiequellen im solaren Energiemix und der bisher kaum eingesetzten Energiespartechiken steht uns eine breite Palette an realisierbaren Möglichkeiten zur Verfügung.

4. Ölfruchtanbau in Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau?

Vielfach wird an dieser Stelle der Einwand erhoben, mit Ölpalmen oder anderen Ölpflanzen bebaute Flächen würden für die Nahrungsmittel-Erzeugung entfallen, und dies könne man sich angesichts des Nahrungsmittelmangels gerade in der Dritten Welt nicht leisten. Aber schließt der Ölpflanzenanbau tatsächlich den Nahrungsmittelanbau aus?

Unterstellt man, dass der Landbau auch in Zukunft das System von Monokulturen beibehalten wird, dann scheint der o.g. Einwand nicht widerlegbar. Denn ein Feld, das nur mit Raps zu einem Zeitpunkt bebaut wird, steht selbstverständlich im gleichen Zeitraum nicht für Getreideanbau zur Verfügung. Allerdings ist diese Sichtweise verkürzt und berücksichtigt nicht zwei Aspekte des Raps- bzw. des Ölpflanzenanbaus an sich, die der Nahrungsmittel-Erzeugung letztlich zugute kommen:

- A:** Raps bzw. andere Ölfrüchte sind (oder können) vorzügliche Vorfrüchte für den Getreideanbau unmittelbar danach sein: Die in aller Regel tiefreichende und im Boden verbleibende beträchtliche Wurzelmasse der Öl-Vorfrüchte wird von Bodenorganismen abgebaut und stellt eine Steigerung des Kohlenstoff- und Humushaushaltes des Bodens dar. Ferner wachsen die Wurzeln der Getreidepflanzen überwiegend in die verbleibenden Wurzelröhren der Vorfrüchte und können daher einen größeren Bodenraum erschließen. Die Folge sind signifikant erhöhte Getreide-Erträge ohne zusätzliche Düngung, eine Erfahrung, die weit verbreitet und inzwischen allgemein anerkannt ist.
- B:** Bei der Ernte und der dezentralen Verarbeitung der Rapskörner fallen zwei wertvolle Produkte an: ca. 1000 kg/ha des begehrten Rapsöles (das übrigens bei 00-Raps auch ein hervorragendes Speiseöl ist) und weitere 2000 kg/ha des Rapskuchens, der ein idealer Ersatz für zu importierendes



Soja-Schrot als Kraftfutter bei der Rinder- und Schweinehaltung ist.

Verwendet man das Rapsöl nicht als Speiseöl, sondern als Kraftstoff, verbleibt immer noch doppelt so viel an eiweiß- und mineralstoffreichem Rapskuchen, der nicht nur als Viehfutter, sondern - nach einer entsprechenden Aufbereitung - auch als menschliche Nahrung Verwendung finden könnte. Auch bei der Ölpalme fällt neben dem Palmöl aus dem Fruchtfleisch und dem Palmkernöl aus dem Samen ein noch fettes, eiweißreiches und daher außerordentlich nahrhaftes Fruchtfleisch an, das gekocht von der heimischen Bevölkerung sehr begehrt ist.

Der o.g. Einwand verliert ganz an Bedeutung, wenn man - anstelle von bisher eintönigen Monokulturen - in einem zukünftigen Landbau vielfältigen Polykulturen (Mischfruchtanbau-Systeme) den Vorzug geben wird. In Bayern laufen seit mehr als 7 Jahren sehr viel versprechende private Feldversuche bei Öko-Landwirten: Weizen und Gerste, ja sogar Erbsen werden jeweils zusammen mit Leindotter (*Camelina sativa* (L.) Crtz., einem ursprünglichen Unkraut des Leinanbaus) gesät, gleichzeitig geerntet und gedroschen und die unterschiedlichen Samen per Siebsätze problemlos getrennt (Institut für Energie- und Umwelttechnik München).

Das Ergebnis: Die Erträge der zwei Getreidearten sind - verglichen mit den entsprechenden Monokulturen - etwa gleich (30 bis 40 dt/ha), die Backqualität des Getreides ist aber besser (um 4 - 6 %-Punkte höhere Kleberanteile), so dass höhere Preise erzielt werden können. Die Ernte-Erträge bei Futtererbsen sind sogar um rund 10 % höher: 32,5 gegenüber 29,6 dt/ha (Versuche im Jahr 2000 am Kramerbräu-Hof, Paffenhofen/Ilm).

Der wesentliche Grund: Die Erbsen ranken am Leindotter empor und können mehr erntefähige Schoten ausbilden! Außerdem verdrängt Leindotter andere, stärker mit dem Getreide und Erbsen konkurrierende Unkräuter. Der Unkrautdruck solcher Mischfruchtbestände ist deshalb ausgesprochen gering, eine Unkraut-Bekämpfung erübrigt sich.

Ferner werden im Getreide-Leindotter-Mischanbau 80 bis 150 Liter Leindotteröl je Hektar, im Erbsen-Leindotter-Anbau sogar bis 270 Liter / ha Leindotteröl erzielt (Kramerbräu-Hof, 2000). Die bemerkenswerte Steigerung des Leindotteröl-Ertrags um über das Doppelte ist wohl auf positive Synergie-Effekte der zwei Pflanzenarten (z.B. zusätzliche Stickstoff-Versorgung des Leindotters durch die N-bindenden Erbsen) zurückzuführen.

Darüber hinaus kann mit 200 bis 540 kg/ha an Leindotterschrot als Kraftfutter gerechnet werden. (MAKOWSKI & BRAND, 2000, sowie IEU, 2001)

Fazit: Die beschriebenen Versuche in Bayern zeigen, dass keine oder nur unwesentliche Minderungen in der Nahrungsmittel-Erzeugung bei Mischfrucht-Anbau zustande kommen, aber Pflanzenöle als Kraftstoffe zusätzlich aus „Unkräutern“ in nicht geringem Maße gewonnen werden können.

5. Naturgemäßer Landbau

Wie die dargestellten Mischfrucht-Anbauversuche in Bayern zeigen, eröffnen sich für die zukünftige Landwirtschaft völlig neue Möglichkeiten, die weit über die heute im ökologischen Landbau üblicherweise bekannten Verfahren und Erfolge hinausgehen dürften. (vgl. MAKOWSKI, 2000).



Neben dem gänzlichen Verzicht auf Spritzmittel und Mineraldünger (die in aller Regel schon heute im Öko-Landbau keine Anwendung mehr finden), kann der zukünftige Landbau aber noch einen bedeutenden Schritt weiter gehen: Mit dem vollständigen Verzicht auf Bodenbearbeitung und gleichzeitig einer Dauerbegrünung der Äcker werden sich die Erosions- und die Unkrautfragen nicht mehr stellen.

Wenn ferner Direktaussaat in die noch reifenden Mischfruchtbestände erfolgt und der Nährstoffkreislauf durch vollständige Rückführung des Stroh und der tierischen und menschlichen Fäkalien (z. B. in Form von gut ausgereifter Biogasgülle) auf die Felder geschlossen wird (vgl. Abb.2), dann kann sich der heute noch häufig schwer tuende Öko-Landbau zu einem naturgemäßen Landbau im Sinne von M. FUKUOKA (1998a, 1998b, 1999) mit geringstem Arbeitseinsatz, gesunden Anbaufrüchten und zunehmend wachsenden Erträgen weiter entwickeln.

Ein in diesem Sinne in Freising schon wirtschaftender Landwirt (seit 16 Jahren ohne Pflügen, seit 6 Jahren ohne Bodenlockerung) hat sehr geringe Betriebskosten, verfügt über zunehmend reichere Böden (Regenwurmbesatz von inzwischen 200-300 Regenwürmer je m² im Vergleich zu 2-10 Regenwürmer je m² bei konventionell wirtschaftenden Nachbarn), fährt normale, teilweise bessere Ernten jedes Jahr ein und benötigt etwa nur ein Drittel der Arbeitszeit seiner konventionellen Kollegen.

Auf dieser Grundlage werden in den nächsten Jahren und Jahrzehnten weitere Versuche mit Kombinationen von sich gegenseitig fördernden Getreidearten, Ölfrüchten und Leguminosen im Mischfruchtanbau erfolgen:

Der Ölpflanzenanbau als ein integraler Bestandteil einer Polykultur, in der er kein Konkurrent, sondern Förderer eines gesunden Nahrungsmittelanbaus sein wird!

Pflanzenöl und Klimaschutz

Der Klimawandel

... ist das größte Umweltproblem, dem die Menschheit heute gegenübersteht. In vielen Teilen der Erde sind extreme und ungewöhnliche Wetterphänomene und deren Folgen zu beobachten. Stürme, Trockenheit, Erdbeben, Überschwemmungen, Anstieg der Meeresspiegel, Abschmelzen der Gletscher.

Mit verursacht

... haben diesen Klimawandel menschliche Aktivitäten, die seit Beginn der Industrialisierung in starkem Maße zum Ausstoß von Treibhausgasen in die Atmosphäre geführt haben. Wichtigste Ursache ist die Verbrennung fossiler Brennstoffe, wie Erdöl, Kohle und Gas, bei der zwangsweise das Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂) freigesetzt wird.

An sich ist CO₂

... nicht schädlich. Wir atmen es aus und es entsteht, wenn natürliche Materialien verrotten oder verbrannt werden. Da hierbei immer nur die Menge des Gases frei wird, welche die Pflanzen zuvor beim Wachstum aus der Atmosphäre entnommen haben, ist der Kreislauf vollständig geschlossen. Erst mit der Verwendung fossiler Energieträger wurde dieses Gleichgewicht nachhaltig gestört. So stieg in den letzten 100 Jahren die Konzentration von Kohlendioxid um über 30% an. Wenn man bedenkt, dass der CO₂-Anteil in der Atmosphäre in den Millionen Jahren davor annähernd konstant war, kann man sich gut vorstellen, was wir dem Klima angetan haben und immer weiter antun.

Der Klimawandel

... ist zwar nicht mehr aufzuhalten, jedoch müssen wir ihn bremsen und die Folgen mindern.



Dies bedeutet

... dass die Menschheit weltweit ihre Energieversorgung massiv umstellen müsste: In unserer Energieproduktion müssen wir Schritt für Schritt weg von den fossilen Energieträgern Kohle, Öl und Gas, hin zu den erneuerbaren Energien: Sonne, Wasser, Wind, Biomasse und vor allem Bio-Öle. Nicht erst die absehbare Erschöpfung der Öl-, Gas- und Kohlevorkommen darf das „fossile Zeitalter“ beenden, sondern schon jetzt unsere Verantwortung für das Weltklima. Der Endverbrauch der fossilen Energiequellen ist aus ökologischen Gründen und aus Rücksicht auf nachfolgende Generationen nicht zu verantworten. Daher muss die Nutzung der direkten und der indirekten Sonnenenergien verstärkt werden und in naher Zukunft bis zum vollständigen Ersatz der fossilen Energieträger führen.

Natürliche Pflanzenöle

... wie zum Beispiel Rapsöl, sind gespeicherte Sonnenenergien und bergen deshalb enorme Potentiale für den Klimaschutz, den Schutz der natürlichen Ressourcen und den Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung. Pflanzenöl kann und wird der zukünftige, umwelt-freundlichste und sozialverträglichste Erdöl-Ersatz weltweit werden. Fossile Rohstoffe schwinden nicht nur, sie sind auch nur in bestimmten Regionen der Welt vorhanden. Verteilungskämpfe um die letzten Reserven haben bereits begonnen. Nachwachsende Rohstoffe dagegen wachsen immer und überall. Sie können dort angebaut und verarbeitet werden, wo Menschen sie brauchen.



Durch den geschlossenen

... Kohlenstoffkreislauf wird bei der Verbrennung von Pflanzenöl nicht mehr CO₂ in die Atmosphäre abgegeben, als bei Wachstum der Ölpflanze aufgenommen wurde. Pflanzenöl enthält pro Liter mehr Energie als Benzin. Darüber hinaus enthält Pflanzenöl weder Blei, Benzol oder Schwefel, so dass es völlig ungiftig ist und auch nicht zum Umweltproblem des „Sauren Regen“ beiträgt. Pflanzenöl ist nicht Wasser gefährdend und gilt aufgrund des hohen Flammpunktes nicht als Gefahrgut, dampft nicht ab und kann deshalb in unbegrenzten Mengen transportiert und gelagert werden.

Das Eindringen

... von Pflanzenöl in den Boden verursacht keine Regenerationskosten wie bei fossilem Öl.

Die Erhaltung

... unserer natürlichen Lebensgrundlagen ist weltweit eine der dringlichsten Aufgaben. Dazu bedarf es umweltverträglicher Produktionsprozesse und einer CO₂ - neutralen Energie-Versorgung im Kreislauf der Natur.

In der Hoffnung

... dass wir mit unserer Entwicklungsarbeit und dem Einsatz unserer neuen Blockheizkraftwerke

„LENZ BioPower“

einen wichtigen Beitrag zum Schutze des Weltklimas und zum Erhalt unserer Lebensgrundlagen beitragen.

J. Lenz