



# **Prüfung von Hanföl hinsichtlich seiner Eignung als Kraftstoff für pflanzenöлтаugliche Motoren**

## **Motivation, Zusammenfassung und Ausblick**

nova-Institut GmbH, Hürth  
&  
Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Straubing

Autoren dieser Kurzfassung:  
Dipl.-Phys. Michael Carus, Dipl.-Geogr. Thomas Breuer, Dipl.-Ing. agr. Florian Gerlach

Auftraggeber: Hanf-Info - Chanvre Info, Schweiz

August 2007

# 1 Motivation

Seit der Wiederentdeckung der Nutzpflanze Hanf und ihrer hochwertigen Rohstoffe Fasern, Schäben und Samen/Öl wurde oft darüber diskutiert, ob Hanföl auch als Kraftstoff Verwendung finden könnte.

Aktuell werden die hochwertigen Hanfsamen und das daraus gewonnene Hanföl mit seinem ungewöhnlich hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (75-80 Prozent) vor allem im Lebensmittel- und Hautpflegebereich sowie als Tierfutter für Vögel und Fische eingesetzt. Das in vergleichsweise geringen Mengen produzierte Hanföl hat es auch aus Kostengründen schwer, in anderen Bereichen Fuß zu fassen (Hanföl in Lebensmittelqualität kostet rund 7 €/l).

Dennoch macht die Fragestellung der Studie „Prüfung von Hanföl hinsichtlich seiner Eignung als Kraftstoff für pflanzenölaugliche Motoren“ Sinn, und zwar aus folgenden Gründen:

- Die Qualitätsanforderungen an Öle für die Bereiche Lebensmittel und Hautpflegeprodukte sind sehr hoch und können nicht von allen Chargen erfüllt werden. Für minderwertige Chargen könnte eine Verwendung als Kraftstoff daher durchaus interessant sein.
- Es bestehen aktuell Planungen, Hanf auf großen Flächen von z.B. 15.000 ha für die Spanplattenindustrie anzubauen. Würde man hier in Koppelnutzung auch Samen gewinnen, so wären die anfallenden Mengen nur schwer in den bisherigen Marktsegmenten zu vermarkten und alternative Nutzungen erwünscht.
- Das Kälteverhalten des derzeit überwiegend eingesetzten Rapsölkraftstoffes könnte durch eine Mischung mit Hanföl eventuell verbessert werden.
- Hinzu kommt, dass es bislang weltweit keine wissenschaftliche Studie gibt, die Hanföl auf seine technische und ökonomische Eignung als Pflanzenölkraftstoff untersucht hat.

Die vorliegende Studie möchte diese Lücke schließen und die genannten Fragen umfassend beantworten.

In Deutschland ist die Nutzung von Pflanzenölen als Kraftstoff besonders weit fortgeschritten. Motiviert wurde diese Entwicklung dadurch, dass die Nutzung von Pflanzenölen als Kraftstoff einen Beitrag zum Klima-, Boden- und Gewässerschutz leisten kann. Ebenso kann durch die Weiterverarbeitung und den Verkauf der veredelten Produkte eine Erhöhung der Wertschöpfung in der Landwirtschaft und den Regionen erfolgen.

Die Forschung und Entwicklung hat sich in Deutschland dabei ganz bewusst auf das wichtigste einheimische Pflanzenöl, das Rapsöl, konzentriert. Hier konnten in den letzten Jahren viele positive Erfahrungen, vor allem in Süddeutschland, gewonnen werden. Inzwischen wurde eine DIN-Vornorm (DIN V 51605) für Rapsölkraftstoff erarbeitet und verabschiedet. Unternehmen, die Dieselmotoren auf den Betrieb von Rapsöl umrüsten, orientieren sich an dieser Norm. Für den Betrieb von Blockheizkraftwerken (BHKW) liegen zusätzlich viele Erfahrungen mit Palmöl und Sojaöl vor.

Andere Pflanzenöle hingegen, wie z.B. Hanföl, wurden nur in Ausnahmefällen eingesetzt. Die Beurteilung ihrer Eignung orientiert sich daher zwangsläufig an Rapsöl. Beim Einsatz als Kraftstoff müssen sie sich in Motoren bewähren, die für den Betrieb mit Rapsöl nach der DIN-Vornorm (DIN V 51605) umgerüstet wurden. Hierbei werden sicherlich nicht alle Po-

tenziale ausgeschöpft. Es ist aber höchst unrealistisch anzunehmen, dass Hersteller in absehbarer Zeit Motoren speziell für z.B. Hanföl entwickeln werden.

Infolge seines Fettsäurespektrums ist Hanföl ernährungsphysiologisch sehr wertvoll und damit eigentlich viel zu schade zum Verbrennen. Seine Zusammensetzung macht es zudem anfällig für Oxidation und damit sicherlich nicht zum Wunschkraftstoff von Motorentwicklern. Umso wichtiger ist es, seine Eignung als Kraftstoff unter technischen und ökonomischen Gesichtspunkten vorurteilsfrei zu analysieren.

Im folgenden Kapitel finden Sie zunächst eine Zusammenfassung des technischen Teils der Analyse und dann die Kurzfassung der ökonomischen Analyse. Erstere wurde vom Technologie- und Förderzentrum (TFZ) in Straubing (Bayern) durchgeführt, einer anerkannten und seit vielen Jahren in diesem Bereich tätigen Institution, die auch an der Entwicklung der DIN-Vornorm (DIN V 51605) maßgeblich beteiligt ist. Die ökonomische Analyse stammt von der nova-Institut GmbH in Hürth (NRW), welche in den letzten zehn Jahren eine Vielzahl ökonomischer Analysen im Bereich nachwachsender Rohstoffe durchgeführt hat.

## 2 Technische Eignung von Hanföl als Kraftstoff für pflanzenöлтаugliche Motoren

In der technischen Analyse wurden drei verschiedene Hanfölproben unterschiedlicher Herstellungsweisen und Aufbereitungsformen (kalt gepresst, heiß gepresst, raffiniert) hinsichtlich ihrer kraftstoffrelevanten Eigenschaften untersucht und auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der DIN-Vornorm für Rapsölkraftstoff überprüft. **Die untersuchten Hanfölproben konnten die Grenzwerte für Rapsölkraftstoff in Bezug auf Dichte, kinematische Viskosität, Cetanzahl, Heizwert, Schwefelgehalt und Wassergehalt einhalten.** Es wurden kleine Abweichungen der Kenngrößen zu Rapsölkraftstoff festgestellt, die aber dem Einsatz von Hanföl als Kraftstoff grundsätzlich nicht hinderlich sind.

**Als problematisch zeigten sich die Parameter Koksrückstand, Jodzahl und Oxidationsstabilität.** Hier konnten die Anforderung der Rapsölkraftstoff-Norm mit keiner der Hanfölproben erreicht werden.

Vor allem der nahezu verdoppelte Kennwert des Koksrückstandes deutet auf eine höhere Verkokungsneigung hin und wird negative Auswirkungen auf den motorischen Betrieb haben. Ablagerungen im Brennraum, an den Einspritzdüsen und an den Ventilen sind die Folge und führen zu einem erhöhten Wartungsaufwand und zu einer Verschlechterung des Emissionsbildes. Sie können den Motorbetrieb beeinträchtigen.

Die geringe Oxidationsstabilität der Hanfölproben lässt sich anhand der hanfölspezifisch hohen Jodzahl und des genetisch festgelegten Fettsäuremusters mit einem großen Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren erklären. Eine geringe Oxidationsstabilität bedingt eine schlechte Lagerstabilität und führt zur schnellen Alterung des Pflanzenöls, die in der Folge Verharzungen im Kraftstoff- und Einspritzsystem, Ablagerungen im Bereich des Brennraumes und eine schnellere Erschöpfung des Motoröls mit der Gefahr der Öleindickung verursachen kann. Kühle und dunkle Lagerungsbedingungen sind generell für Pflanzenöle, aber insbesondere für Hanföl, in jedem Fall erforderlich.

Die nachteiligen Eigenschaften in Bezug auf Koksrückstand und Oxidationsstabilität könnten möglicherweise durch die Verwendung von Kraftstoffadditiven verbessert werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass es derzeit für Pflanzenölkraftstoff noch kaum Erfahrungen dazu

gibt. Die Verwendung auf dem Markt erhältlicher Additivprodukte ist sehr riskant, wenn nicht vorher durch systematische Labor- und Prüfstandsuntersuchungen ein Nachweis der Wirksamkeit sowie der technischen und umweltrelevanten Unbedenklichkeit für Hanfkraftstoff erbracht werden kann.

Aus der unterschiedlichen Fettsäurezusammensetzung des Hanföls resultiert ein **besseres Kälteverhalten und damit eine bessere Fließfähigkeit** gegenüber Rapsöl (20% geringere kinematische Viskosität von Hanföl bei 40 Grad Celsius).

Ein Vergleich der untersuchten Hanfölprouben untereinander zeigt zum Teil deutliche Unterschiede bei den einzelnen Kraftstoffeigenschaften. Die Probe „Hanföl raffiniert“ konnte 12, die Probe „Hanföl kalt gepresst“ 8 und die Probe „Hanföl heiß gepresst“ nur 6 von 15 Kennwerten gemäß DIN V 51605 einhalten. **Die Probe „Hanföl raffiniert“ weist also vergleichsweise die besten Eigenschaften auf.**

**Fazit: Insgesamt kann festgestellt werden, dass Hanföl als Kraftstoff aus technischer Sicht aufgrund der genannten nachteiligen Parameter in den derzeit verfügbaren pflanzenötauglichen Motoren nur mit dem Risiko von Betriebsstörungen und einem veränderten Emissionsverhalten eingesetzt werden kann.**

Allerdings besteht die Möglichkeit, durch bestimmte Maßnahmen, wie die Optimierung des Herstellungsverfahrens oder eine nachträgliche Additivierung, kraftstoffrelevante Eigenschaften zu verbessern. Darüber hinaus kann möglicherweise durch die Verwendung von Spezialmotoren oder durch die Anpassung von Dieselmotoren an die spezifischen Anforderungen des Hanföls zukünftig auch der Einsatz von reinem Hanföl als Kraftstoff eine Alternative zu Dieselmotoren darstellen. Hierzu sind jedoch erst noch weitergehende umfangreiche Untersuchungen zum Betriebs- und Emissionsverhalten von Hanföl in pflanzenötauglichen Dieselmotoren erforderlich.

Derzeit gibt es noch kaum Erfahrungen mit Hanföl als Kraftstoff. Motoren sind bislang nur auf den Einsatz von Rapsölkraftstoff in mobilen Anwendungen und, für den stationären Einsatz, manchmal auf Palm- und Sojaölverwendung optimiert. Falls Hanföl in den derzeit verfügbaren pflanzenötauglichen Motoren eingesetzt wird, sind nicht nur technische Probleme, sondern vor allem auch der Verlust von Gewährleistungsansprüchen sehr wahrscheinlich.

#### *Hanf-Rapsöl-Mischungen*

Um die Möglichkeit einer Verbesserung der Altersstabilität von Hanföl durch die Beimischung von Rapsöl bzw. die Verbesserung des Kälteverhaltens von Rapsöl durch die Beimischung von Hanföl zu prüfen, wurden in weiteren Untersuchungen definierte Anteile von Rapsölkraftstoff dem Hanföl beigemischt und die Mischungen analysiert.

Hier zeigt sich, dass ab einer 80%-igen Beimischung von Rapsöl zu Hanföl die Grenzwerte der Oxidationsstabilität gemäß der DIN-Vornorm eingehalten werden können. Allerdings müssen hierzu qualitativ hochwertige Raps- und Hanföle verwendet werden. Gleichzeitig verbessern sich Kälteverhalten und Fließfähigkeit des Rapsöls durch die Beimischung von Hanföl, insbesondere bei der Verwendung des raffinierten Hanföls. Weitergehende Untersuchungen bezüglich der Eigenschaften solcher Gemische und Untersuchungen am Motorprüfstand sind jedoch unerlässlich, bevor gegebenenfalls die technische Eignung derartiger Mischungen als Kraftstoff für pflanzenötaugliche Motoren gesichert festgestellt werden kann.

**Fazit: Eine Mischung von Hanf- und Rapsöl mit einem Hanfölteil bis zu 20% könnte Aussicht auf einen erfolgreichen Betrieb pflanzenötauglicher Dieselmotoren bieten. Vor einer praktischen Umsetzung sind jedoch noch umfangreiche motorische und kraftstoffrelevante Untersuchungen durchzuführen.**

### 3 Ökonomische Eignung von Hanföl als Kraftstoff

Die ökonomische Analyse zeigt, dass Hanföl selbst in der günstigsten Variante deutlich teurer ist als Rapsöl bei hohen Rapssaat-Preisen.

Die Presstechnik für Hanföl unterscheidet sich nicht von jener für Rapsöl. Die optimale Inwertsetzung des Koppelproduktes Presskuchen stellt einen wesentlichen Faktor in der Kostenbetrachtung beider Öle dar, unterscheidet sich aber kaum für Hanf und Raps. Der Preis für Hanföl aus dezentralen Ölmühlen ist - durch den etwas schlechteren Auspressgrad, aber vor allem durch die höheren Samenkosten und die geringeren Ölgehalte der Samen - deutlich höher als der für Rapsöl. Selbst wenn das Hanföl heiß gepresst und damit eine höhere Ausbeute erzielt wurde, bleibt es immer noch teurer als Rapsöl.

Unter heute üblicher Kleinmengenproduktion kostet Hanföl mindestens 2,34 €/l (bei guter Inwertsetzung des Presskuchens), was eine Verwendung als Kraftstoff vollkommen ausschließt. Bei großflächigem Anbau und Heißpressung könnte der Mindestpreis von Hanföl auf 0,91 €/l sinken.

Die Mindestpreise von Rapsöl liegen in den drei untersuchten Szenarien zwischen 0,58 und 0,78 €/l und damit deutlich günstiger.

Die genannten Zahlen hängen vor allem ab vom Saatenpreis (gerade bei Raps gibt es erhebliche Schwankungen), dem Ölgehalt (primär sortenabhängig) und der Inwertsetzung des Presskuchens (starke regionale Schwankungen). Gerade Letztere kann den Mindestpreis für Hanf- und Rapsöl regional stark beeinflussen.

**Insgesamt zeigt sich, dass die heute verfügbaren Hanfsorten für die Pflanzenöl-Kraftstoffproduktion keinerlei ökonomische Alternative zu Raps darstellen.** Nur wenn bei Hanf durch moderne Züchtungsmethoden die Samenerträge pro Hektar (von heute ca. 1 t/ha auf 3 bis 4 t/ha) und gleichzeitig der Ölgehalt der Samen (über 40%) gesteigert würden, könnte sich an dieser Aussage etwas ändern. Dabei ist heute vollkommen offen, welches Potenzial Hanf als Ölpflanze tatsächlich besitzt.

Bis auf erste Aktivitäten in Kanada sind weltweit keine relevanten Züchtungsaktivitäten im Bereich der Ölerträge von Hanf erkennbar. In Bezug auf den Einsatz als Pflanzenöl-Kraftstoff bedeutet dies für Hanf, dass auf absehbare Zeit nur **qualitativ minderwertige Chargen, die nicht in den Bereichen Lebensmittel, Hautpflege oder Tierfutter hochpreisig vermarktet werden können, aus ökonomischer Sicht für die Kraftstoffproduktion in Frage kommen.**

Eine weitere Möglichkeit bestünde, wenn Hanf für Fasern und Schäben großflächig angebaut würde (z.B. 15.000 ha für die Spanplattenindustrie) und die in Koppelnutzung anfallenden Samen mengenmäßig in den bisherigen Märkten nicht untergebracht werden könnten. **Sollte sich in diesem Fall der Mehraufwand der Koppelnutzung auch bei geringeren Samenpreisen (auf Rapsniveau) rechnen, wäre die Produktion von Hanföl-Kraftstoff aus ökonomischer Sicht eine weitere Möglichkeit, Hanfsamen zu nutzen.** Ob die Rentabilität gegeben wäre, müsste allerdings in weiteren Untersuchungen geprüft werden.

## 4 Ausblick

Hanföl wird als Pflanzenölkraftstoff zukünftig erst eine relevante Rolle spielen können, wenn zum einen Motoren speziell für den Einsatz von Hanföl entwickelt oder modifiziert wurden und zum anderen Hanfsorten gezüchtet wurden, die über erheblich höhere Samenerträge pro Hektar sowie verbesserte Ölgehalte verfügen. Beides wird in absehbarer Zeit nicht der Fall sein.

Aus heutiger Sicht wird der Einsatz von Hanföl als Pflanzenölkraftstoff auf Nischen und Sonderfälle beschränkt bleiben. Aus ökonomischer Sicht wären solche Sonderfälle minderwertige Qualitäten oder große Mengen an Samen aus Koppelproduktion mit Hanffasern, die nicht in den hochwertigen Bereichen Lebensmittel, Hautpflege und Futtermittel abgesetzt werden können.

Aus technischer Sicht bietet sich aktuell vor allem an, Hanföl als Beimischung zu Rapsöl zu verwenden. Werden maximal 20% raffiniertes Hanföl gutem Rapsöl beigemischt, kann der problematische Kennwert der Oxidationsstabilität gemäß DIN V 51605 eingehalten werden. Gleichzeitig werden durch die Hanföl-Beimischung das Kälteverhalten und die Fließfähigkeit verbessert. Vor einer praktischen Umsetzung sind jedoch noch umfangreiche motorische und kraftstoffrelevante Untersuchungen durchzuführen.

### Quellen:

- Emberger, P., Thuneke, K., Haas, R., Remmele, E. (TFZ) (2007): Prüfung von Hanföl hinsichtlich seiner Eignung als Kraftstoff für pflanzentaugliche Motoren (Technische Analyse). Straubing, April 2007.
- Carus, M., Breuer, T., Ortmann, S. (nova-Institut) (2007): Untersuchung von Hanföl auf seine Eignung als Pflanzenöl-Kraftstoff (Ökonomische Analyse). Hürth, August 2007.

Dateien der genannten Studien können kostenfrei heruntergeladen:

- European Industrial Hemp Association (EIHA): [www.eiha.org](http://www.eiha.org) -> Studies
- nova-Institut GmbH: [www.nova-institut.de/nr](http://www.nova-institut.de/nr) -> nova-Publikationen & Shop



**Untersuchung von Hanföl  
auf seine Eignung als Pflanzenöl-Kraftstoff  
(Ökonomische Analyse)**

nova-Institut GmbH

Autoren:

Dipl.-Phys. Michael Carus  
Dipl.-Geogr. Thomas Breuer  
Dipl.-Ökonom Sven Ortmann

Hürth, August 2007

# 1 Untersuchung von Hanföl auf seine Eignung als Pflanzenöl-Kraftstoff (Ökonomische Analyse)

## 1.1 Einleitung und Excel-Tabelle zur Preiskalkulation

Die ökonomische Analyse basiert vor allem auf der für diese Studie entwickelten Excel-Tabelle, in der je drei Kalkulationen für Hanf und Raps enthalten sind. Bzgl. Hanf wurde zum einen der heute übliche Kleinanbau mit Kaltpressung betrachtet sowie ein hypothetischer Großanbau - einmal mit Kaltpressung und einmal mit Heißpressung.

Beim Raps wurden drei Varianten berechnet, die sich lediglich in den Saatkosten unterscheiden. Hierbei wurden typische Werte angesetzt, wie sie heute in Deutschland je nach Region und Größe der Anbaufläche zu finden sind. In allen Fällen wurde das Rapsöl durch dezentrale Kaltpressung erzeugt.

Am Ende der sechs Kalkulationen steht schließlich der „Mindestpreis Öl“, in dem sich die Rohstoff- und Produktionskosten abzüglich des Erlöses für den Presskuchen widerspiegeln, jedoch noch kein unternehmerischer Gewinn. Die Marktpreise liegen daher entsprechend höher.

Mit dem schriftlichen Teil der Studie wird auch die Excel-Tabelle an den Auftraggeber überreicht, so dass dieser leicht eigene Kalkulationen durchführen kann, indem er einzelne Parameter verändert und dann unmittelbar den Einfluss auf das Endergebnis erfährt.

## 1.2 Erläuterung der Parameter der Preiskalkulation

Im Folgenden werden die Parameter, die in der Tabelle bzw. der Berechnung (siehe 1.1) Verwendung finden, kurz erläutert.

### ***Samen/Saat***

Dies ist der Preis je Tonne Samen/Saat im ungeschälten Zustand.

### ***Presskosten***

Die Presskosten sind die Kosten, welche die Ölmühle für das Auspressen und Filtern in Rechnung stellt. Bei Kleinmengenproduktion von Hanf-Lebensmittel-Ölen betragen diese bis zu 200 €/t Samen. Für den Zweck der energetischen Nutzung wurden die typischen Kosten für eine dezentrale Ölsaaten-Verarbeitung angenommen, wie sie z.B. für Rapsaat gelten. Die Presskosten wurden für Raps und Hanf gleich angesetzt: Eine Ölmühle (die nicht genannt werden möchte), die sowohl Hanf als auch Raps presst, hat in einem Telefoninterview angegeben, dass die Presskosten für beide Samenarten gleich sind. In den Presskosten sind die Kosten der Filtration bereits mit erfasst.

### ***Logistik – Kosten***

Unter die Logistikkosten fallen die Lagerungskosten und weitere Logistikkosten. Hier wurden die aus der Rapsverarbeitung bekannten Kosten auch für Hanf übernommen, da keine signifikanten Unterschiede bestehen. Bei den errechneten Mindestpreisen handelt es sich um Preise frei Ölmühle.



### ***Ölgehalt der Samen***

Hiermit ist der relative Ölgehalt der Samen vor dem Pressen gemeint - dies ist nicht die aus den Samen gewonnene Menge Öl. Bei Raps wurde ein Standardwert eingesetzt. Der Wert für Hanföl beruht auf Daten von Karus et al. 2003.

### ***Abpressgrad***

Der Abpressgrad ist der Koeffizient des aus den Samen gewonnenen Öls bezogen auf den relativen Ölgehalt der Samen. Das Restöl verbleibt im Presskuchen. Heißpressen hat einen höheren Abpressgrad bei schnellerem Pressvorgang als Kaltpressen, ist jedoch für Hanf-Lebensmittelöl qualitativ ungeeignet.

### ***Dichte Öl***

Die Dichte des Hanf- bzw. Rapsöls ist das Verhältnis seiner Masse zu seinem Volumen und wird in kg/l angegeben. Diese ist später relevant, um eine Preisdarstellung in €/l Öl zu ermöglichen.

### ***Schwund***

Es kann in der Praxis zu einem geringfügigen Schwund kommen. In den Berechnungen wurde allerdings kein Schwund angenommen. Der Parameter wurde aber in die Kalkulation integriert, um ihn unter anderen Rahmenbedingungen verwenden zu können.

### ***Ölmenge pro Saat***

Die „Ölmenge pro Saat“ beschreibt das Verhältnis vom gewonnenen Öl zum Samen und wird durch die Multiplikation von Ölgehalt und Abpressgrad ermittelt. Dies ist die eigentlich relevante Variable. Die Werte wurden mit den Praxiswerten einer Ölmühle abgeglichen, die beide Samenarten presst.

### ***Ölmenge pro Saat abzgl. Schwund***

Hier wird der Schwund abgezogen, der allerdings für diese Berechnung (siehe „Schwund“) auf Faktor „0“ gesetzt wurde.

### ***Kuchenmenge pro Saat***

Nach dem Auspressen der Saat bleibt als Nebenprodukt zum Öl zwangsläufig ein Presskuchen zurück, dessen Menge bezogen auf die ausgepresste Saat angegeben wird.

### ***Verhältnis Samen zu Öl***

Das Verhältnis eingesetzter Samen zu produziertem Öl.

### ***Kostensumme***

Die Kostensumme enthält alle in der Kalkulation anfallenden Kosten und bezieht sie einmal auf eingesetzte Menge Saat und einmal auf die Menge produzierten Öls.

### ***Verkaufspreis Kuchen***

Dies ist der Preis für den Presskuchen; angesetzt wurde der Preis, der für den Presskuchen als hochwertiges Eiweißfutter in der Tierfütterung durchschnittlich erzielbar ist.

### ***Erlös Kuchen***

Hiermit ist der Gesamterlös gemeint, der durch den Verkauf des Presskuchens erzielt werden kann, einmal bezogen auf die eingesetzte Saat und einmal bezogen auf das gewonnene Öl.

**Mindestpreis Öl**

Dies ist der Mindestpreis, der aufgrund der Kosten bei einer Produktion in dezentralen Ölmöhlen für das gewonnene Öl erzielt werden muss. Der Preis ergibt sich aus der „Kostensumme“ abzüglich des „Erlöses Kuchen“.

Ein Vergleich mit den Rapssamen-Einkaufspreisen und Raps-Rohöl-Verkaufspreisen des ZMP-Preisindex (ZMP 2006) zeigt bei Rapsöl gegenüber der vorliegenden Berechnung je nach Monat in 2005/2006 einen Preisaufschlag von bis zu etwa 60 €/t Öl, was einem Gewinn von bis zu ca. 10% entsprechen würde.

**1.3 Analyse und Diskussion der Ergebnisse der Kalkulation**

Mit den in der Excel-Tabelle angesetzten Werten ergeben sich die „Mindestpreise Öl“ in den sechs betrachteten Szenarien. Neben dem wichtigsten Wert „Mindestpreis Öl“ werden in der Tabelle noch die Parameter genannt, die den wesentlichsten Einfluss auf den Mindestpreis haben bzw. die Parameter, die für die unterschiedlichen Preise von Hanf- und Rapsöl primär verantwortlich sind.

Szenario / Parameter	Hanf Großanbau, heiß gepresst	Hanf Großanbau, kalt gepresst	Hanf Kleinanbau, kalt gepresst	Raps preiswert, kalt gepresst	Raps mittel, kalt gepresst	Raps teuer, kalt gepresst
Einkaufspreis Samen/Saat pro t	275 €	275 €	550 €	220 €	250 €	280 €
Ölgehalt	33%	33%	33%	43%	43%	43%
Verkaufspreis Presskuchen pro t	120 €	120 €	120 €	130 €	130 €	130 €
Mindestpreis Öl pro Liter (ohne Gewinn)	0,91 €	1,05 €	2,34 €	0,58 €	0,68 €	0,78 €

Das Ergebnis zeigt, dass Hanföl in der günstigsten Variante deutlich teurer ist als Rapsöl, jenes selbst in der teuersten Variante.

Die Presstechnik für Hanföl unterscheidet sich nicht von der für Rapsöl. Die optimale In-Wert-Setzung des Koppelproduktes Presskuchen stellt einen wesentlichen Faktor in der Kostenbetrachtung beider Öle dar, unterscheidet sich aber kaum für Hanf und Raps. Der Preis für Hanföl aus dezentralen Ölmöhlen ist - vorrangig durch den etwas schlechteren Auspressgrad (siehe Excel-Tabelle), aber vor allem durch die höheren Samenkosten und die geringeren Ölgehalte der Samen - deutlich höher als der für Rapsöl. Wird das Hanföl heiß gepresst, womit sich eine höhere Ausbeute ergibt, bleibt das Hanföl immer noch teurer als Rapsöl.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ursachen für den Preisunterschied diskutiert sowie analysiert, ob es zukünftig Möglichkeiten gibt, Hanföl günstiger zu produzieren.

### ***Preise Samen/Saat***

Der Preis der Samen als Input für die Ölproduktion hat einen sehr starken Einfluss auf den späteren Ölpreis. Hier unterscheiden sich Hanf und Raps erheblich. Zunächst wird kurz dargestellt, warum die genannten Werte in der Kalkulation verwendet wurden.

Die Preisangaben für Hanf basieren auf Angaben von Kruse 2006. Ein Preis von 500 bis 600 €/t Samen ist in Europa für konventionell angebaute Samen aktuell marktüblich. Große und schlechte gereinigte Mengen ab 500 t aufwärts könnten laut Kruse vermutlich für 250 bis 300 €/t erhältlich sein. Genauere Angaben sind nicht möglich, da der Gesamtmarkt in Europa derzeit nur etwa 12.000 t Hanfsamen umfasst (Carus et al. 2007) und die Einzelchargen meist deutlich unter 500 t liegen. Für die Berechnungen wurden jeweils die Mittelwerte angesetzt.

Die Rapseinkaufspreise der Ölmühlen haben sich nach ZMP 2006 im Zeitraum 2004/05 zwischen 185 und 235 €/t und 2005/06 zwischen 200 und 260 €/t bewegt. Die Darstellung von Graf und Reinhold 2006 zeigt, dass die Preise der Rapssaaten frei Erfasser seit 1999 eine steigende Tendenz aufweisen. Somit wurde mit Raps-Preisen von 230, 250 und 280 €/t gerechnet. Insgesamt kann aufgrund der global steigenden Nachfrage nach Ölsaaten für die Biokraftstoffproduktion und die tierische Veredelung von festen oder sogar leicht steigenden Ölsaatenpreisen ausgegangen werden (vgl. Gömann, Kreins und Breuer 2007). Die Rohstoffe sind mit über 80% der Gesamtkosten der entscheidende Kostenblock bei der Produktion von Rapsöl (vgl. Graf und Reinhold 2006).

Siehe auch Grafiken in Kapitel 1.6.

### ***Worin sind die unterschiedlichen Samenpreise für Hanf und Raps begründet und können die Preise für Hanfsamen zukünftig fallen?***

Raps ist die wichtigste Ölfrucht in Mitteleuropa und damit auch in Deutschland, sie wurde seit Jahrzehnten in Bezug auf ihren Ölertrag pro Hektar züchterisch optimiert und wird heute großflächig angebaut. Die Samenerträge liegen heute bei 3,5 bis 4 t/ha (UFOP 2007), zukünftig werden bei weiter optimierten Sorten sogar 5 t/ha erwartet (DSV 2005). Der Marktpreis der Rapssamen werde aktuell mehr von der Nachfrage als von den Produktionskosten bestimmt.

Hanf dagegen ist eine Nischenkultur, die Samen werden in der Regel als Koppelprodukt des Faseranbaus gewonnen. Hanf wurde bis heute weltweit nicht in Hinblick auf seinen Samenertrag pro Hektar züchterisch optimiert und wird erst seit ca. 10 Jahren aufgrund seines inzwischen bekannten hochwertigen Fettsäurespektrums überhaupt wieder als Öllieferant wahrgenommen. Die Samenerträge liegen heute meist zwischen 0,7 und 1,2 t/ha, selten über 1 t/ha (Carus et al. 2007).

Dies erklärt leicht, warum die Samenpreise für Hanf deutlich über denen von Raps liegen und auch zukünftig liegen werden. Erst wenn Hanf mit modernen Züchtungsmethoden bearbeitet wird, können die Erträge relevant ansteigen und die Kosten entsprechend fallen. Erste Ansätze hierzu gibt es aktuell in Kanada, wo Hanf bereits auf ca. 20.000 ha allein für die Samennutzung angebaut wird (Carus et al. 2007). Welches Potenzial Hanf als Ölpflanze ertragsmäßig tatsächlich besitzt, kann noch niemand genau einschätzen. Es ist allerdings fraglich, ob jemals die Mengen von Raps erreicht werden können (und ob Saatgutunter-

nehmen jemals die für die Züchtung notwendigen finanziellen Mittel aufbringen werden). Eine Verdopplung der jetzigen Erträge auf ca. 2 t/ha erscheint allerdings realistisch. Allein eine einheitlichere Ausreifung der Samen würde eine erhebliche Verbesserung im Ertrag erbringen.

### **Ölgehalt**

Der geringere Ölgehalt von Hanfsamen gegenüber Rapssamen kann nur mittels moderner Züchtung verbessert werden, siehe hierzu den vorherigen Abschnitt.

### **Verkaufspreis Presskuchen**

Der Rapspresskuchen ist verkäuflich als hochwertiges Eiweißfutter in der Tierfütterung. Mit einem Verkaufserlös zwischen 100 und 170 €/t kann gerechnet werden. In der Kalkulation wird von einem Erlös von 130 €/t ausgegangen. Dies entspricht dem Preis bei einer mittelfristigen Bindung des Ölmüllers und des Abnehmers. Bei entsprechenden regionalen Absatzmöglichkeiten können sich höhere Erlösmöglichkeiten ergeben. Zumal die Milch und Bullenmastbetriebe sowie die Futtermittelindustrie den Wert des Presskuchens bei steigender Verwendung zu schätzen beginnt und global steigende Preise für Eiweißfuttermittel erwartet werden.

In der Regel wird der Hanfpresskuchen, der in Deutschland als Futtermittel zugelassen ist, durch Beimischung zu Rapspresskuchen vermarktet. Der Erlös für den Hanfpresskuchen wurde gegenüber Raps leicht reduziert (ca. 120 €/t), da üblicherweise für weniger etablierte Futtermittel auch weniger gezahlt wird.

Die hochwertige Verwertung des Presskuchens ist in jedem Fall von großer Bedeutung. Würde man bei der günstigsten Variante (Hanföl 0,91 €/l) keine Presskuchenverwertung realisieren können, so stiege der Preis auf 1,27 €/l an!

## **1.4 Fazit**

Die ökonomische Analyse zeigt, dass Hanföl selbst in der günstigsten Variante deutlich teurer ist als Rapsöl, selbst bei hohen Rapssaatpreisen.

Die Presstechnik für Hanföl unterscheidet sich nicht von der für Rapsöl. Die optimale Inwertsetzung des Koppelproduktes Presskuchen stellt einen wesentlichen Faktor in der Kostenbetrachtung beider Öle dar, unterscheidet sich aber kaum für Hanf und Raps. Der Preis für Hanföl aus dezentralen Ölmühlen ist - vorrangig durch den etwas schlechteren Auspressgrad, vor allem aber durch die höheren Samenkosten und die geringeren Ölgehalte der Samen - deutlich höher als der für Rapsöl. Selbst wenn das Hanföl heiß gepresst wird, womit sich eine höhere Ausbeute ergibt, bleibt es immer noch teurer als Rapsöl.

Unter heute üblicher Kleinmengenproduktion kostet Hanföl mindestens 2,34 €/l (bei guter Inwertsetzung des Presskuchens), was eine Verwendung als Kraftstoff vollkommen ausschließt. Bei großflächigem Anbau und Heißpressung kann der Mindestpreis von Hanföl auf 0,91 €/l sinken.

Die Mindestpreise von Rapsöl liegen in den drei Szenarien zwischen 0,58 und 0,78 €/l und damit deutlich günstiger.

Die genannten Zahlen hängen vor allem vom Samenpreis (gerade bei Raps gibt es hier erhebliche Schwankungen), dem Ölgehalt (primär sortenabhängig) und der Inwertsetzung

des Presskuchens ab (starke regionale Schwankungen). Gerade Letztere können den Mindestpreis für Hanf- und Rapsöl regional stark beeinflussen.

Insgesamt zeigt sich, dass die heute verfügbaren Hanfsorten für die Pflanzenöl-Kraftstoffproduktion keinerlei ökonomische Alternative zu Raps darstellen. Erst wenn bei Hanf mit modernen Züchtungsmethoden erheblich gestiegene Samenerträge pro Hektar (von heute ca. 1 t/ha auf 3 bis 4 t/ha) bei gleichzeitig erhöhtem Ölgehalt der Samen (über 40%) erzielt werden konnten, kann sich an dieser Aussage etwas ändern. Dabei ist heute vollkommen offen, welches Potenzial Hanf als Ölpflanze tatsächlich besitzt.

Bis auf erste Aktivitäten in Kanada sind weltweit allerdings keine relevanten Züchtungsarbeiten im Bereich der Ölerträge von Hanf erkennbar.

In Bezug auf den Einsatz als Pflanzenöl-Kraftstoff bedeutet dies für Hanf, dass auf absehbare Zeit nur qualitativ minderwertige Chargen, die nicht in den Bereichen Lebensmittel, Hautpflege oder Tierfutter hochpreisig vermarktet werden können, aus ökonomischer Sicht für die Kraftstoffproduktion in Frage kommen.

Eine weitere Möglichkeit besteht, wenn Hanf als Ganzpflanze bzw. für Fasern und Schäben großflächig angebaut würde (z.B. 15.000 ha für die Spanplattenindustrie) und die in Koppelnutzung anfallenden Samen mengenmäßig in den bisherigen Märkten nicht untergebracht werden können. Sollte sich in diesem Fall der Mehraufwand der Koppelnutzung auch bei geringeren Samenpreisen (auf Rapsniveau) noch rechnen, wäre dies aus ökonomischer Sicht eine weitere Möglichkeit, Hanfsamen für die Produktion von Hanföl-Kraftstoff zu nutzen. Ob dies allerdings der Fall ist, muss in weiteren Untersuchungen geprüft werden.

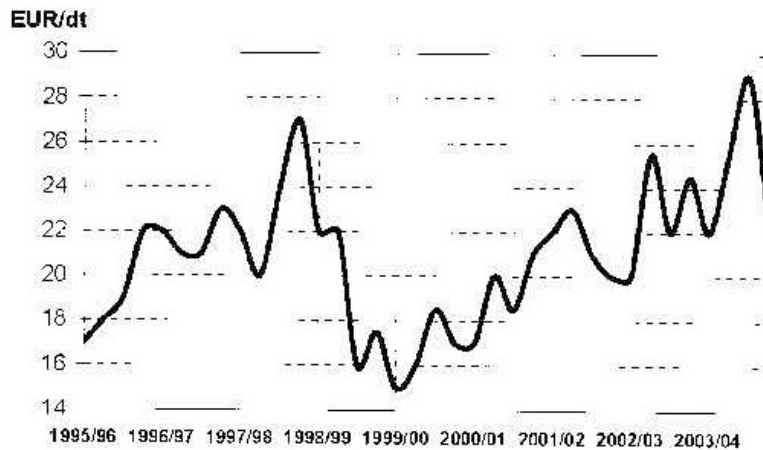
## 1.5 Literaturquellen

- Carus, M., Gahle, C., Pendarovski, C., Vogt, D., Ortmann, S., Breuer, T., Schmidt, C. (2007): Studie zur Markt- und Konkurrenzsituation bei Naturfasern und Naturfaser-Werkstoffen (Deutschland und EU). Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow. In Druck (2007).
- DSV (2005): „Auf dem Weg zum 5 t-Raps“; im Internet unter „www.dsv-saaten.de“.
- Gömann, H., Kreins, P., Breuer, T. (2007): Einfluss steigender Weltagrarpreise auf die Wettbewerbsfähigkeit des Energiemaisanbaues in Deutschland. FAL-Kolloquium. Braunschweig, 30.05.2007.
- Graf, T., Reinhold, G. (2006): Betriebswirtschaftliche Aspekte der dezentralen Ölsaatenverarbeitung. In: KTBL: Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. Darmstadt, 2006. S. 122-129.
- Karus, M. et al. (2003): Hanfsamen und Hanföl als Lebens- und Heilmittel. Verlag Die Werkstatt, Göttingen 2003.
- Kruse, D. (Hempro International, Düsseldorf) (2006): Persönliche Mitteilungen, Dezember 2006.

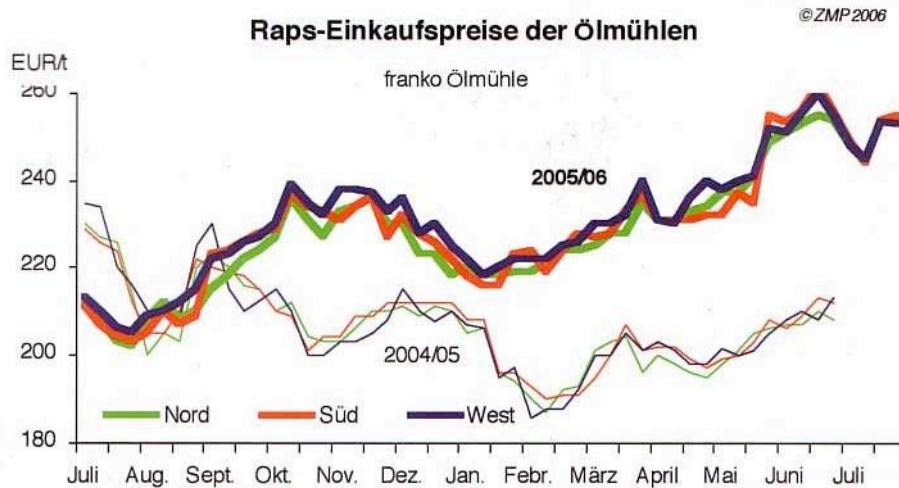
- Schraa, M., von Schenck, W. (2006): Marktpreise und Tendenzen. In: energie pflanzen. Heft 3/2006. S. 45f.
- UFOP (2007): Im Internet unter „www.ufop.de“.

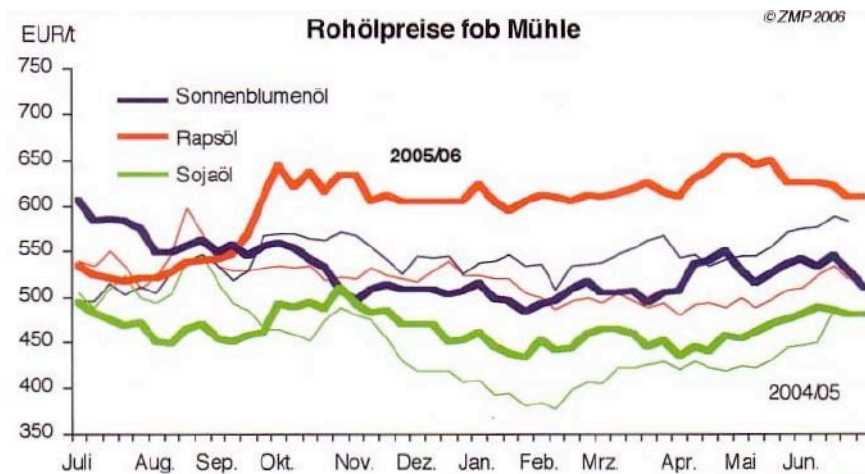
## 1.6 Anlagen

Preisentwicklung von Rapssaat frei Erfasser in Deutschland (Quelle: Graf und Reinhold 2006).



Historische Preise für Rapsamen und Rapsrohöl in 2004/05 und 2005/06 (Quelle: ZMP 2006)





Parameter	Einheit	Hanf	Hanf	Hanf	Raps	Raps	Raps
		heißgepresst Großanbau	kaltgepresst Großanbau	kaltgepresst Aktueller Kleinanbau	preiswert -- Spannbreite	mittel beim heute üblichen Anbau --	teuer
Samen/Saat	€/t <sub>Saat</sub>	<b>275</b>	<b>275</b>	<b>550</b>	<b>220</b>	<b>250</b>	<b>280</b>
Presskosten	€/t <sub>Saat</sub>	30	30	30	30	30	30
Logistik-Kosten	€/t <sub>Saat</sub>	10	10	10	10	10	10
Ölgehalt der Samen	%	33%	33%	33%	43%	43%	43%
Abpressgrad	%	82%	70%	70%	75%	75%	75%
Dichte Öl	kg/l	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Schwund	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ölmenge pro Saat	t <sub>Öl</sub> /t <sub>Saat</sub>	0,271	0,231	0,231	0,323	0,323	0,323
" abzgl. Schwund	t <sub>Öl</sub> /t <sub>Saat</sub>	0,271	0,231	0,231	0,323	0,323	0,323
Kuchenmenge pro Saat	t <sub>Kuchen</sub> /t <sub>Saat</sub>	0,729	0,769	0,769	0,678	0,678	0,678
Verhältnis Samen zu Öl	t <sub>Saat</sub> /t <sub>Öl</sub>	3,695	4,329	4,329	3,101	3,101	3,101
<b>Kostensumme</b>	€/t <sub>Saat</sub>	315,00	315,00	590,00	260,00	290,00	320,00
	€/t <sub>Öl</sub>	1164,08	1.363,64	2.554,11	806,20	899,22	992,25
Verkaufspreis Kuchen	€/t Kuchen	120,00	120,00	120,00	130,00	130,00	130,00
Erlös Kuchen	€/t <sub>Saat</sub>	87,53	92,28	92,28	88,075	88,075	88,075
Erlös Kuchen	€/t <sub>Öl</sub>	323,46	399,48	399,48	273,10	273,10	273,10
<b>Mindestpreis Öl</b>	€/t <sub>Öl</sub>	840,62	964,16	2.154,63	533,10	626,12	719,15
<b>Mindestpreis Öl</b>	€/l	<b>0,91</b>	<b>1,05</b>	<b>2,34</b>	<b>0,58</b>	<b>0,68</b>	<b>0,78</b>