



Das Lebensministerium



Qualitätssicherung dezentraler Ölmühlen

Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Heft 33/2009

Freistaat  Sachsen

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

**Umsetzung eines Qualitätssicherungssystems bei der
Produktion, Herstellung und Anwendung von Rapsölkraftstoff**

Erik Ferchau, Torsten Krüger, Sophia Kiesewalter, Sabine Kunzmann,
Mirko Martin, Matthias Hetze, Karsten Nürnberger

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Zielstellung	1
2	Anlagenbeschreibung und Betriebserfahrungen der Ölmühlen der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. und der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf	3
3	Entwicklung des Qualitätssicherungssystems für beide Ölmühlen	14
3.1	Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.	18
3.2	Ölmühle der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf.....	19
4	Erfahrungen bei der Anwendung des QS-Systems in der AG „Bergland“ Clausnitz e.G., der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf und der Landtechnik Nürnberger GmbH	20
4.1	AG „Bergland“ Clausnitz e.G. und Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf	20
4.2	Landtechnik Nürnberger GmbH	23
5	Betriebserfahrungen beim Einsatz von Rapsölkraftstoff in der Landtechnik	25
5.1	Landtechnik Nürnberger.....	26
5.2	AG „Bergland“ Clausnitz	30
5.3	Weitere Betriebe	31
6	Einsatz von Rapskuchen und Rapsöl in der Milchviehfütterung und Schweinemast . 33	
6.1	Rationsberechnung beim Einsatz von Rapspresskuchen in der Milchviehfütterung in der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.....	35
6.2	Rationsberechnung und Erfahrungen beim Einsatz von Rapspresskuchen und Rapsöl in der Schweineproduktion Burkersdorf GmbH.....	41
7	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	48
8	Zusammenfassung	62
	Literaturverzeichnis	64
	Anhang	66
	A Dokumentation QSS AG „Bergland“ Clausnitz e.G.....	66
	B Dokumentation QSS Rapsöl GmbH	76

Verzeichnis verwendeter Abkürzungen, Formelzeichen und Indizes

QSS:	Qualitätssicherungssystem
QS-:	Qualitätssicherungs-
QM:	Qualitätsmanagement
LW:	Landwirtschaft
AG:	Agrargenossenschaft
Fa.:	Firma
e.G.:	eingetragene Genossenschaft
e.V.:	eingetragener Verein
LfL:	Landesanstalt für Landwirtschaft
LfULG:	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
TFZ:	Technologie- und Förderzentrum (Straubing)
Rfe:	Rohfett
PK:	Presskuchen der Rapsverarbeitung
RES:	Rapsextraktionsschrot
SES:	Sojaextraktionsschrot
RK:	Rapsölkraftstoff
RME:	Rapsmethylester
Bh:	Betriebsstunden
verd.:	verdauliches
OS:	Originalsubstanz
Getreideschr.:	Getreideschrot
Sojaschr.:	Sojaschrot
Maisschr.:	Maisschrot
Kart.dämpfesch.:	Kartoffeldämpfschalen
Sauermolkkonz.:	Sauermolkenkonzentrat
PAK:	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
VWP:	Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie
JD:	John Deere
CR:	Common Rail
dt:	Dezitonne
Temp.:	Temperatur
Lagerbez.:	Lagerbezeichnung
Tagesabg.:	Tagesabgang
kum.:	kumuliert
Pressku.:	Presskuchen

1 Einführung und Zielstellung

Die dezentrale Verarbeitung von selbsterzeugten Ölsaaten hat in der Landwirtschaft in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Gründe dafür sind bei einer günstigen Integration in den eigenen Betrieb eine Erhöhung der Wertschöpfung durch die Produktion von Eiweißfuttermittel und Kraftstoff sowie eine größere Unabhängigkeit vom Marktgeschehen durch kurze geschlossene Stoffkreisläufe. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, dass kein anderer biogener Treibstoff wie Pflanzenölkraftstoff mit so einem geringen Energieaufwand erzeugt werden kann (SERGIS-CHRISTIAN, BROUWERS 2003, SCHRIMPF 2008). Die Herstellung von Biokraftstoffen sollte möglichst energieeffizient und mit einfachen Konversionsverfahren erfolgen (WIDMANN, REMMELE 2008). Hierbei haben dezentrale Konzepte durch den geringeren verfahrenstechnischen Aufwand, den geringen Elektroenergiebedarf (typisch 60 bis 120 kWh pro verarbeitete Tonne Saat) und der kurzen Transportwege entscheidende Vorteile. Die bei der Rapsölkraftstoffproduktion anfallenden Koppelprodukte werden zur Nahrungsmittelbereitstellung eingesetzt. Damit entschärft sich die Flächenkonkurrenz auf Werte zwischen 26 bis 40 %, die zur Energieproduktion beansprucht werden (GRUNERT 2008).

Das 100-Traktoren-Programm hat die entscheidende Bedeutung der Pflanzenölqualität für den erfolgreichen Einsatz von kaltgepresstem Rapsölkraftstoff in Landmaschinen aufgezeigt (FNR 2005). Mit Beginn der Fertigung von serienmäßigen Traktoren für Rapsölkraftstoffbetrieb im Jahr 2008 wird die Bedeutung der Kraftstoffqualität steigen. Die Anforderungen an Rapsölkraftstoff gemäß DIN V 51605 werden mit Einführung neuer Abgasnormen in den kommenden Jahren stetig wachsen. Die Herausforderung besteht darin, mit einem relativ technologisch einfachen Produktionsprozess die hohen Vorgaben der Qualität sicher zu erfüllen. Dies gilt ebenfalls für die Produktion von Rapspresskuchen, welcher das Hauptprodukt der Kaltpressung ist. Nur durch die konsequente Einhaltung der Qualitätsstandards der erzeugten Produkte kann eine dezentrale Ölmühle erfolgreich betrieben werden.

Verschiedene Analysen von Rapsölkraftstoff und Presskuchen deutscher Ölmühlen zeigten eine starke Streuung der Qualität dieser Produkte der dezentralen Ölsaatenverarbeitung (REMMELE 2007). Dabei ist für eine hohe Milch- und Mastleistung in der Tier- und Milchproduktion eine möglichst gleichbleibende Qualität von Rapspresskuchen unerlässlich. Der Rapspresskuchen ist das Hauptprodukt der dezentralen Verarbeitung und wird vollständig in viehhaltenden Betrieben, die Raps selbst pressen oder in Lohnpressung verarbeiten lassen, genutzt.

Eine hohe Pflanzenölqualität ist für einen erfolgreichen Einsatz in modernen Dieselmotoren, die auf Pflanzenölkraftstoff angepasst sind, unerlässlich. Mit der geplanten Einführung von Abgasnachbehandlungssystemen (Partikelfilter) für Landmaschinen ab dem Jahr 2011 und der Abgasvorschrift TIER IIIB ist eine weitere Verschärfung der Vornorm DIN 51605 zu erwarten (PICKEL et al. 2008, KAISER 2009).

Aufbauend auf mehreren Forschungsprojekten, die auf die Gewinnung von Erkenntnissen zur dezentralen Verarbeitung von Rapssaat abzielten, hat der Verein zur Förderung von Biomasse und nachwachsenden Rohstoffen Freiberg e.V. das Projekt „Umsetzung eines Qualitätssicherungssystems bei der Produktion, Herstellung und Anwendung von Rapsölkraftstoff“ durchgeführt. In zwei landwirtschaftlichen Betrieben, die beide Mitglieder des Vereins sind, wird selbst erzeugte Rapssaat in einer dezentralen Pflanzenölmühle zu Rapspresskuchen und Rapsöl verarbeitet. Beide Mühlen arbeiten nach dem Kaltpressverfahren und besitzen unterschiedliche Anlagen und Kapazitäten.

Ziel des Vorhabens ist die beispielhafte Anwendung eines Systems zur Absicherung der reproduzierbaren Qualität von Rapsölkraftstoff in zwei dezentralen Ölpresen im Freistaat Sachsen. Aufbauend auf dem Qualitätssicherungssystem für Rapsölmühlen vom Technologie- und Förderzentrum Straubing (TFZ) wurde ein Entwurf für ein universelles Qualitätssicherungssystem (QSS) angefertigt. Die vorhandene MS-Excel-gestützte Tabelle vom TFZ wurde entsprechend den Anforderungen erweitert und angepasst. Im universellen MS-Excel-Programm enthalten sind Tabellenblätter, die die bisher üblichen Dokumentationspflichten übernehmen. Das Handbuch und das Kalkulationsprogramm ist im Internet unter <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/7211.htm> zu finden.

Im nachfolgenden Bericht wird die Anpassung des QSS an die Praxis der beiden untersuchten Ölmühlen beschrieben. Dabei konnte der Umfang des Systems erheblich reduziert werden. In den angepassten QS-Systemen können Vermerke über die Führung und den Standort der bereits geführten Formulare und Dokumentationen eingefügt werden. Somit wird der Dokumentationsaufwand so gering wie möglich gehalten und Doppeldokumentation vermieden. Die angepassten QS-Systeme wurden in den Betrieben getestet und liegen dort vor. Sie werden im Bericht auszugsweise aufgeführt.

Zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit der dezentralen Rapskuchen- und Rapsölkraftstoffproduktion wurde ein Excel-Kalkulationsmodell erstellt. Dabei ist der Weg von der Erzeugung bis zur Nutzung oder Vermarktung der Produkte darstellbar. In diesem Modell können die gesamte Wertschöpfungskette sowie auch Teilbereiche einzeln betrachtet werden.

Auf den Internetseiten des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie unter www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/7211.htm und des Vereins zur Förderung von Biomasse und nachwachsenden Rohstoffen Freiberg e.V. unter www.biomasse-freiberg.de sind das Excel-basierte Kalkulationsmodell sowie Dokumente der Abschlussveranstaltung des Projektes frei erhältlich.

2 Anlagenbeschreibung und Betriebserfahrungen der Ölmühlen der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. und der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf

Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz

Organisation

Die AG „Bergland“ Clausnitz e. G. betreibt eine Ölmühle seit Oktober 2005 und verpresst die komplette Rapssaat aus dem eigenen Anbau. Für die AG Nassau e.G. führt die Ölmühle in Clausnitz Lohnpressung einer festgelegten Rapssaatmenge durch.

Anbau

Die AG „Bergland“ Clausnitz hat 220 ha Raps im Anbau (19 % der Ackerfläche) und erzeugt ca. 800 t Raps/a (ausschließlich Winterraps). Die Erträge liegen im Durchschnitt bei 36 dt Rapssaat pro Hektar. Angebaut werden nur frühreife Sorten (übliche Sorten: Viking, Tenno, Lorenz, Liniensorten und einige Hybride), um trotz der geografischen Lage (Höhe zwischen 535 und 780 m über NN) eine ausreichende Ausreifung zu erzielen. Es wird dabei eine große Streuung der Sorten angestrebt, wodurch das Anbaurisiko minimiert und Arbeitsspitzen zur Ernte verteilt werden. Im Jahr 2006 trat ein starker Auswuchs auf, da die Ernte zu feucht war. Die Folge waren hohe Fettsäuregehalte in der Saat. Im Folgejahr 2007 trat kein Auswuchs auf. Trotzdem sind hohe Fettsäuregehalte in der Saat festgestellt worden. Die Faustformel, Fettsäuregehalt in der Saat x 2 = Fettsäuregehalt im Öl, hat sich nicht bestätigt.

Anlieferung

Die Saatreinigung wird direkt nach der Ernte von der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. selbst durchgeführt. An Qualitätsparametern der Rapssaat werden Bruchkorn, Fremdbesatz, Auswuchs und Reifegrad erfasst.

Die AG Nassau reinigt und lagert die Saat im eigenen Betrieb. Die Anlieferung zur Ölmühle in Clausnitz erfolgt entsprechend einer bestehenden Vereinbarung. Es werden ca. 200 t Rapssaat/a geliefert. Bei Bedarf wird die Saat aus Nassau in Clausnitz nachgereinigt.

Saatreinigung und Trocknung

Zuerst erfolgt die Reinigung der Saat, danach deren Trocknung, ansonsten würde der Besatz mit getrocknet. Die Saatreinigung besteht in einer Siebreinigung mit Entstaubung über die Luftabsaugung. Für die Trocknung gibt es zwei Varianten:

Kleinere Partien werden in einem Umlauftrockner (10 t Inhalt) getrocknet, wobei die Luft mit Abwärme des vorhandenen BHKW der Biogasanlage erwärmt wird. Die Trocknung erfolgt bei <35 °C bis zu einem Feuchtegehalt von 7 %. Größere Saatmengen mit >9 % Feuchte werden durch Buxtrocknung mit vollflächiger Unterflurbelüftung und Lufterwärmung durch Abwärme des BHKW getrocknet. Die Trocknung erfolgt hier anlagenbedingt bei ca. 35 °C bis zu einer Feuchte von 4 – 5 %. Bei zu geringen Saatfeuchten von unter 7 % besteht bei der Befüllung des Wochenvor-

ratsbehälters der Ölpresse (in Abb. 1 links) die Möglichkeit der Befeuchtung mit ca. 25 l Wasser/t Saat. Durch die geplante Erweiterung der Trocknungskapazität sollen in Zukunft mögliche ungünstige Trocknungsverläufe der Saat vermieden werden.



Abbildung 1: Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.
(Foto: T. Krüger)

Lagerung

Die Saat wird üblicherweise ein bis zwei Monate vor der Verarbeitung gelagert (GRAF; REMMELE 2006). Eine Verarbeitung von erntefrischer Saat brachte keine Filtrationsprobleme wie dies aus der Literatur und von einer Ölmühle mit Kammerfilterpresse bekannt ist. Eine getrennte Lagerung und Verpressung der Rapsaaten verschiedener Schläge und der Menge aus Nassau sind nicht möglich. Zur Lagerung des Rapsöls dienen zwei Lagertanks aus Edelstahl mit 30 m³ bzw. 40 m³ Volumen (in Abb.1 rechts). Der Presskuchen wird kontinuierlich von der Ölmühle zur Verfütterung abgefahren.

Anlagentechnik

Die Anlagentechnik, bestehend aus Ölpresse, Filter und Steuerung, ist eingehaust in einer Saatlagerrhalle (siehe Abb.1). Pro Tag werden in der Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz drei Tonnen Saat verarbeitet. Die Pressung erfolgt mit einer Presse der Firma Strähle mit einer Kapazität von 130 kg Saat/h bei circa 80 % Abpressgrad und 13 – 14 % Restfett im Rapskuchen (TM). Der Pres-

senkopf wurde mit Luft durch einen Ventilator gekühlt. Seit dem Einsatz der Filtration des Trüböls mittels Tonmineralien wird darauf verzichtet. Die auftretenden höheren Temperaturen und damit verbundene höhere Gehalte an Elementen wie Phosphor können problemlos durch die Reinigung mit Tonmineralien ausgeglichen werden.

Die Filtration erfolgt vollautomatisch mit einem Vertikaldruckplattenfilter, einem Beutefilter und zwei Kerzenfiltern in Reihenschaltung. Die Filtertechnik stammt von der Firma Ama. Zur Erhöhung der Ölqualität werden Tonmineralien und Buchenholzspäne mit Silikagel als Filterhilfsmittel eingesetzt. Beim Ölreinigungsverfahren mittels Tonmineralien wird eine Dosierschnecke zur Zugabe der Tonmineralien in das Trüböl eingesetzt (VWP, WALDLAND 2009).



Abbildung 2: Ölpresse der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.
(Foto: T. Krüger)

Beprobung/Protokollierung

Die Beprobung der Rapssaat erfolgt bei Anlieferung als Mischprobe mehrerer Anhänger. Wiegelisten, Trockner- und Belüftungsprotokolle werden geführt (siehe Anhang A). Der Probenplan für Öl und Presskuchen wurde selbst erarbeitet. Das erzeugte Rapsöl wird quartalsweise beprobt und analysiert (Probe gefordert vom Zoll mit Monatsmengen-Meldung). Im Jahr 2006/2007 wurde eine höhere Anzahl an Proben analysiert als notwendig, um verschiedene Feinabstimmungen der Anlage zu testen.

Betriebserfahrungen

Im Durchschnitt wurden 800 Tonnen selbsterzeugter Rapssaat zu 264 Tonnen Rapsöl und 536 Tonnen Rapspresskuchen verarbeitet. Mit der Menge an Lohnpressware wurden insgesamt 330.000 l/a Rapsöl hergestellt. Im Jahr 2006 ergab sich folgender Verbleib des Rapsöles: 90.500 l Eigenbedarf; 180.700 l Verkauf; 64.000 l Lagerung. Der maximale Eigenbedarf an Rapsöl liegt bei 120.000 bis 130.000 l bei einem gesamten Kraftstoffbedarf von ca. 200.000 l im Jahr.

Es wird ein rotierender Austausch der Kerzen- und Beutelfilter durchgeführt, da die Filterwirkung des neuen Filtermaterials noch ungenügend ist. Die Kerzenfilter sind entscheidend für das Erreichen einer niedrigen Gesamtverschmutzung. Zu Beginn wurden Kerzen mit 1µm eingesetzt. Die Gesamtverschmutzung lag dabei über den Grenzwerten der V DIN 51605 für Rapsölkraftstoff. Seit dem Einsatz von Kerzen mit einer Feinheit von 0,5 µm liegen die Werte für die Gesamtverschmutzung sehr niedrig (siehe Tabelle 1).



Abbildung 3: Beutel- und Kerzenfilter der Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.
(Foto: T. Krüger)

In nachfolgender Tabelle 1 ist die Entwicklung der Qualität des Rapsölkraftstoffes in der Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz dargestellt. Im Jahr 2006 gab es noch erhebliche Probleme die Parameter der V DIN 51605 einzuhalten. Besonders kommt dies hier beispielhaft bei den Parametern Gesamtverschmutzung, Säurezahl und Phosphorgehalt zum Ausdruck.

Tabelle 1: Darstellung der Entwicklung der Rapsölkraftstoffqualität der Ölmühle in Clausnitz

Prüfparameter	Einheit	Prüfergebnis vom 08.02.2006	Prüfergebnis vom 19.01.2009	Grenzwert V DIN 51 605
Gesamtverschmutzung	mg/kg	52	2	max. 24
Säurezahl	mg KOH/g	3,733	0,62	max. 2,0
Phosphorgehalt	mg/kg	20,4	< 0,5	max. 12
Erdalkaligehalt (Ca + Mg)	mg/kg	nicht geprüft	< 0,5	max. 20

Durch die Investition in eine zusätzliche Reinigungsmethode mittels Tonmineralien konnte dauerhaft eine sehr gute Rapsölqualität erreicht werden. In Tabelle 1 ist beispielhaft eine Analyse vom 19.01.2009 aufgeführt, in der die Elemente Phosphor, Magnesium und Calcium unter der Nachweisgrenze liegen. Die Gesamtverschmutzung liegt sehr niedrig mit 2 mg/kg wie auch die Säurezahl.

Aufgrund der Nutzung der Ölreinigung mittels Tonmineralien wurde die Presse straffer eingestellt, d.h. der Presskuchenaustritt wurde verkleinert. Der Abpressgrad konnte dadurch von 74 auf 85 % erhöht werden. Dieser Wert ist für eine Kaltpressanlage sehr hoch. Eine Analyse bestätigt diese Zahl und ist im Anhang A zu finden. Der Restfettgehalt im Presskuchen lag üblicherweise im Bereich von 13 bis 15 % (OS) und sank durch diese Maßnahme auf einen niedrigen Wert von 10,5 % (OS).

Durch die härtere Pressung steigt die Öltemperatur am Pressenausgang an und es werden vermehrt Substanzen wie P, Ca und Mg in das Truböl überführt. Diese Elemente werden danach durch das Filtrationsverfahren mit Tonmineralien sicher entfernt.

Ölmühle der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf

Organisation

Die Rapsöl GmbH besteht aus sieben Gesellschaftern: AG „Burgberg“ Burkersdorf e.G., AG Großhartmannsdorf e.G., AG Friedebach e.G., AG Niederschöna e.G., AG Sayda e.G., Schweineproduktion GmbH Burkersdorf, Rainer Weigand Großhartmannsdorf. Die AG Pfaffroda und AgroProdukt GmbH Leubsdorf liefern Saat zur Lohnpressung an die Rapsöl GmbH. Im Schnitt werden 700 bis 900 t Rapssaat pro Jahr und Gesellschafter geliefert, Restmengen werden verkauft. Die

Gesellschafter sind über zehn Jahre als Lieferanten und Abnehmer gebunden. Die erste Pressung erfolgte am 15.07.2006.

Anbau

Die Rapssaatbestellung der Gesellschafter erfolgt, bis auf die der AG Niederschöna e.G., über die Rapsöl GmbH. Im Jahr 2007 wurden insgesamt 16 verschiedene Sorten bestellt. Angebaut werden nur früh und mittelfrüh reifende Sorten. Dafür übliche Sorten sind Viking, Digger, Shakira, Tenno, Verona, Vision, Aviso und Trabant (ausschließlich Winterraps). Auch hier wird eine große Streuung der Sorten angestrebt, um das Anbaurisiko zu minimieren und um Arbeitsspitzen zu verteilen. Teilweise werden ein bis zwei neue Sorten zum Test angebaut. Bewährt haben sich Liniensorten. Viele Betriebe bearbeiten die Ackerflächen im pfluglosen Verfahren. Nach einer Umstellungsphase wurde keine Ertragsminderung registriert. Bei den überwiegend vorhandenen Hanglagen erweist sich die pfluglose Bodenbearbeitung als vorteilhaft, auch was die Bodenerosion angeht.

Anlieferung

Von der AG Niederschöna e.G. wird die Saatreinigung direkt nach der Ernte selbst durchgeführt, danach erfolgt die Anlieferung zur Rapsöl GmbH. Ausgenommen davon sind die Saatsmengen von den Schlägen der AG Niederschöna e.G. im nah gelegenen Anbaugebiet bei Freiberg-Zug, die direkt nach Großhartmannsdorf geliefert werden. Alle anderen Betriebe liefern die Ernte direkt vom Feld zur Rapsöl GmbH. Folgende Qualitätsparameter wurden als Basis für die Anlieferung festgelegt:

- 40 % Ölgehalt
- 2 % Besatz
- 9 % Feuchte

Treten Abweichungen davon auf, erfolgen preisliche Auf- bzw. Abschläge. Der Ölgehalt lag typischerweise zwischen 41,2 und 45,9 % (hohe Werte aus Friedebach mit der Sorte Viking). Im darauf folgenden Jahr wurde eine Menge von 4.500 t Rapssaat angeliefert; ein Jahr später waren es 4.100 t.



Abbildung 4: Saatreinigung der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf

Saatreinigung und Trocknung

Zuerst erfolgt die Reinigung der Saat, dann die Trocknung, sonst würde der Besatz mit getrocknet. Eine Entstaubung der Saat wird durchgeführt. Eine aktive Kühlung ist nicht möglich. Es erfolgt eine Belüftung der Saat. Diese wird auf ca. 7 % Feuchte getrocknet. Abb. 5 gibt einen Überblick über die Rapssaatverarbeitung der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf.

Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf Muldaer Str.1 09618 Großhartmannsdorf Tel.037329 / 291 Fax. 292	Fließbild- Rapsverarbeitung		R 0.02	RPÖ GH
	Erstellt:	Freigabe:15.11.05		
	Datum:	Unterschrift:		

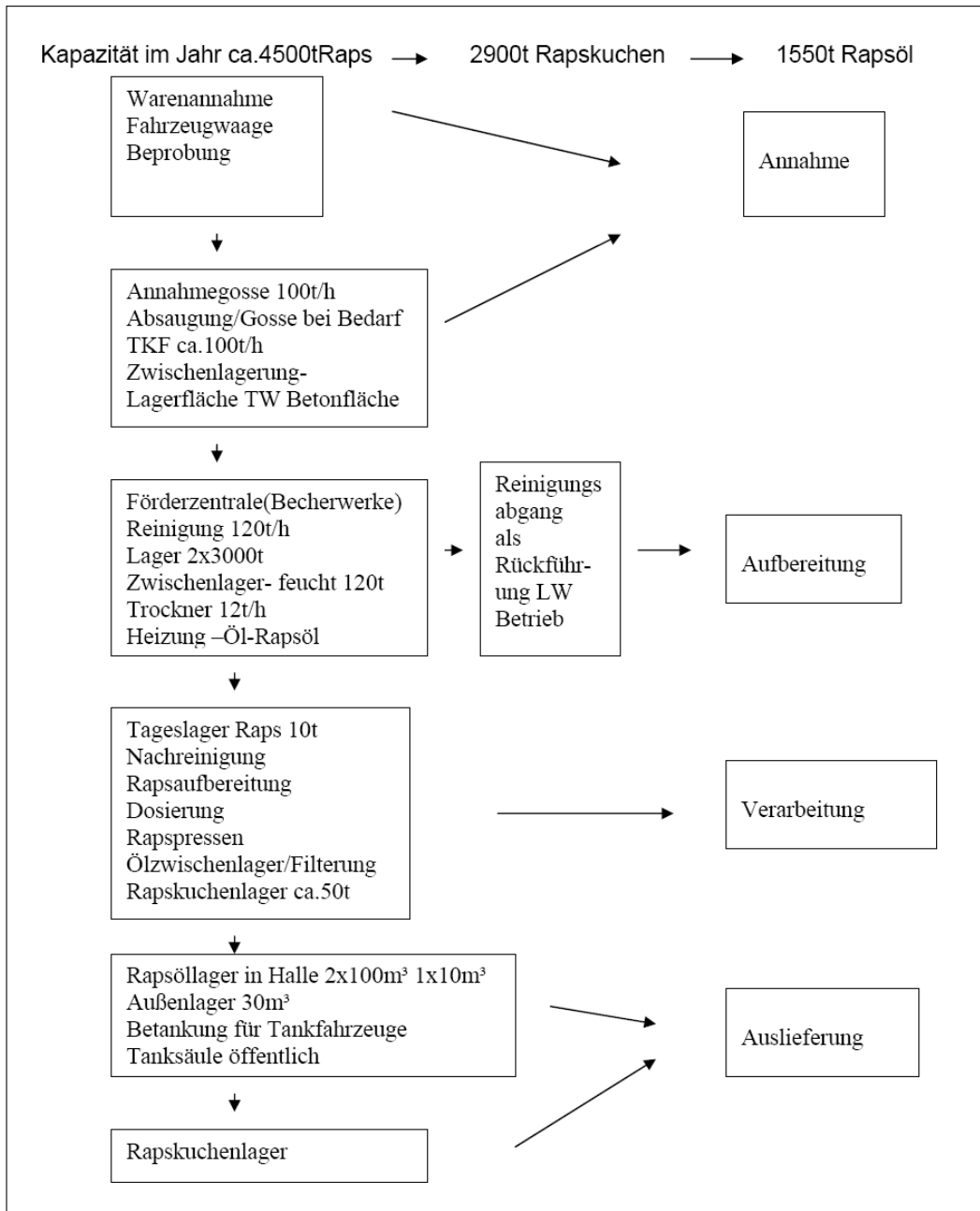


Abbildung 5: Fließbild der Rapsverarbeitung der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf

Lagerung

Das Saatlager besteht aus zwei Lagersilos mit je 5.000 m³ entsprechend 2 x 3.000 t Saat. Aktuell wird ein weiteres Saatsilo mit 800 Tonnen Kapazität errichtet, um zur Erntezeit abgelagerte Saat vom Vorjahr getrennt zu lagern. Dieses Silo reicht für 2 bis 2,5 Monate Betrieb der Ölmühle aus. Die Saat wird idealerweise mindestens zwei Monate vor der Verarbeitung gelagert. Eine getrennte Lagerung und Verpressung der Rapssaaten verschiedener Schläge und Betriebe ist nicht möglich.



Abbildung 6: Ölmühle der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf, Saatlager und Ölmühlengebäude (Foto: E. Ferchau)

Anlagentechnik

Pro Tag werden 12 bis 13 Tonnen Saat verarbeitet, was einer Menge von ca. 390 bis 400 t pro Monat entspricht. Es sind zwei Kaltpressen der Firma SKET für je 300 kg Saat/h in Betrieb. Die Filtration erfolgt mit einem Cricket-Filter, einem Beutelfilter sowie zwei Kerzenfiltern, jeweils von der Firma Ama. Zur Öllagerung dienen zwei Lagertanks aus Edelstahl (100 m³) sowie ein Tank (12 m³) für Pflanzenöl, welches zur Umesterung bestimmt ist. Zur Erhöhung der Ölqualität werden Tonminerale als Filterhilfsmittel eingesetzt (VWP, WALDLAND 2009). Eine Dosierschnecke wird zur Zugabe der Tonminerale in das Trüböl eingesetzt.

Die Saat wird auf 22 bis 24 °C vorgewärmt, um eine gute Auspressung zu erreichen. Am Presskopf, an dem der Presskuchen austritt, ergeben sich Temperaturen von knapp über 60 °C. Andere Pressen liegen bei Kopftemperaturen von 70 °C (WEIGAND 2008). Die Ölpressen in Großhartmannsdorf kann mit Wasser gekühlt werden. Das Trüböl wird in einem Zwischenbehälter auf ca. 30 °C

gehalten. Dies ist günstig für die Filtration. Die Wärme dafür stammt von der Ölpresse und wird mit Wasser vom Presskopf übertragen.



Abbildung 7: Ölpresse der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf (Foto: E. Ferchau)

Betriebserfahrungen

Die mittlere jährliche Laufzeit der Presse beträgt 23,8 Stunden pro Tag. Bisher wurden mit der Anlagentechnik der Ölmühle überwiegend positive Erfahrungen gemacht. Die Rapsölqualität erreicht ein sehr hohes Niveau, vergleichbar mit dem der Ölmühle Clausnitz. Durch die zusätzliche Reinigung mit Tonmineralien konnten die Gehalte an Phosphor, Magnesium und Calcium unter die Nachweisgrenze von 0,5 mg/kg gesenkt werden.

Pro Jahr fallen ca. 100 bis 120 Tonnen Rapsölfiltrationskuchen an. Dieser fettreiche Filterkuchen (ca. 43 % Fett) wird bisher im Trockenwerk thermisch verwertet. Eine Nutzung als Biogaskofermentat wird angestrebt. Die Prüfung der rechtlichen Möglichkeiten ist dazu notwendig. Eine Untersuchung zur Biogasausbeute dieses Filterkuchens an der TU Bergakademie Freiberg erbrachte eine hohe Gasausbeute von 968 m³ Biogas pro Tonne OS (FERCHAU 2009).

Auslieferung Produkte

Ein Teil der erzeugten Rapsölmenge wird vermarktet. Neben den Gesellschaftern wird ein Pflanzenöl-BHKW in Frauenstein beliefert. Die AG Niederschöna lässt einen Teil der ihr zustehenden Rapsölmenge in Schmölln zu Rapsmethylester verarbeiten. Der gesamte Rapskuchen wird ent-

sprechend der gelieferten Saatmenge unter den Gesellschaftern und Saatlieferanten komplett aufgeteilt und zur Fütterung der Tierbestände verwendet.

3 Entwicklung des Qualitätssicherungssystems für beide Ölmühlen

Durch das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe Straubing wurde das QSS „Qualitätsmanagement bei der Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölmühlen – Anforderungen an Produktion, Transport und Lagerung von Rapssaat, Rapsölkraftstoff und Presskuchen“ erarbeitet und zur Verfügung gestellt. Die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Rapsölqualität sind danach:

- Saatsorte
- Saatqualität
- Saatlagerung
- Ölpressung
- Ölreinigung
- Öllagerung
- Öltransport

Die variablen Eigenschaften von Rapsölkraftstoff, die durch die Saatqualität, die Lagerung und den Transport beeinflusst werden, benennen SCHÜMANN und BERNDT (2005) wie folgt: Gesamtverschmutzung, Säurezahl, Oxidationsstabilität, Gehalte an Phosphor, Calcium, Magnesium, Asche und Wasser. In Abb. 8 sind die rapsölspezifischen und die variablen Eigenschaften von Rapsölkraftstoff dargestellt (GRAF; REMMELE 2006).

Kennwerte von Rapsölkraftstoff	Rapssaat								Ölpressung	Ölreinigung	Öllagerung	Ölabgabe
	Sorte	Staubanteil	Bruchkorn	Ausreife	Auswuchs	Besatz	Trocknung	Lagerung				
Dichte	rapsölspezifisch – nicht beeinflussbar											
Flammpunkt	rapsölspezifisch – nicht beeinflussbar											
Kinematische Viskosität	rapsölspezifisch – nicht beeinflussbar											
Heizwert	rapsölspezifisch – nicht beeinflussbar											
Zündwilligkeit	rapsölspezifisch – nicht beeinflussbar											
Koksrückstand	(✓) ¹											
Jodzahl	(✓) ¹											
Schwefelgehalt				✓			✓					
Gesamtverschmutzung								✓	✓	✓	✓	
Säurezahl	(✓)		✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	
Oxidationsstabilität	(✓) ¹		✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	
Phosphorgehalt			✓	✓				✓				
Calciumgehalt			✓	✓				✓				
Magnesiumgehalt			✓	✓				✓				
Aschegehalt		✓	✓	✓				✓				
Wassergehalt							✓				✓	✓

¹ HighOleic-Rapssorte im Vergleich zu herkömmlichen 00-Rapssorten

Abbildung 8: Kennwerte von Rapsölkraftstoff und deren Beeinflussung

Vom Anbau bis zur dezentralen Verarbeitung und Lagerung der Produkte sind viele Parameter ausschlaggebend und für eine hohe Qualität zu beachten. Die in der dezentralen Verarbeitung eingesetzte einfache Technologie besitzt im Vergleich zur zentralen Verarbeitung mit Raffination den Nachteil, auf die Einhaltung von wichtigen Qualitätsparametern sehr genau achten zu müssen. In einer industriellen Ölmühle können mittels Ölraffination viele Qualitätsmankos der vorausgegangenen Verarbeitungsschritte ausgeglichen werden. Durch den Einsatz der neuartigen Reinigungsmethode mittels Tonmineralien in den beiden untersuchten Ölmühlen kann dies für einige Parameter zum Teil auch im dezentralen Maßstab erreicht werden.

Auf der Basis des QS-Systems des TFZ Straubing wurde durch Ergänzung verschiedener Bausteine ein umfassenderes System erstellt. Anschließend wurde aus diesem System durch Reduktion des Umfanges beispielhaft ein auf die beiden Ölmühlen zugeschnittenes QS-System (Ölmühle Clausnitz und Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf) entwickelt.

Zur Verdeutlichung der Unterschiede wurden die Systeme in der folgenden Tabelle 2 gegenübergestellt.

Tabelle 2: Systemunterschiede zwischen QS-System TFZ Straubing, allgemeine Fassung, und Ölmühle Clausnitz

QS-System TFZ Straubing			QS-System in allgemeiner Fassung		
Tabellenblatt	beinhaltet Teilbereich	Beschreibung	Tabellenblatt	beinhaltet Teilbereich	Beschreibung
			00	00	Anbau
10 11	01	Ernte der Rapssaat Schlagdokumentation, für Bayern	10 11 12	01	Ernte der Rapssaat Schlagdokumentation, Teil 1, für Sachsen Schlagdokumentation, Teil 2, für Sachsen
20 21	02	Transport der Ernteware Transportdokumentation	20 21	02	Transport der Ernteware Transportdokumentation
30	03	Reinigung, Trocknung und Kühlung der Rapssaat	30	03	Reinigung, Trocknung und Kühlung der Rapssaat
40	04	Rapssaatlagerung nach der Ernte	40	04	Rapssaatlagerung nach der Ernte
41 42		Lagerdokumentation, Teil 1 Lagerdokumentation, Teil 2	41 42		Lagerdokumentation, Teil 1 Lagerdokumentation, Teil 2
50	05	Annahme der Rapssaat zur Lagerung bei der Verarbeitung	50	05	Annahme der Rapssaat zur Lagerung bei der Verarbeitung
60	06	Kontrolle der Rapssaat im Lager vor der Verarbeitung	60	06	Kontrolle der Rapssaat im Lager vor der Verarbeitung
70 71	07	Pressung der Rapssaat Probenahmestellen	70 71	07	Pressung der Rapssaat Probenahmestellen
80	08	Reinigung des erzeugten Öls	80	08	Reinigung des erzeugten Öls
90	09	Lagerung des erzeugten Öls	90	09	Lagerung des erzeugten Öls
101 102	10	Lagerung des anfallenden Presskuchens, Teil 1 Lagerung des anfallenden Presskuchens, Teil 2	101 102	10	Lagerung des anfallenden Presskuchens, Teil 1 Lagerung des anfallenden Presskuchens, Teil 2
111 112	11	Vermarktung des gelagerten Öls, Teil 1 Vermarktung des gelagerten Öls, Teil 2	111 112	11	Vermarktung des gelagerten Öls, Teil 1 Vermarktung des gelagerten Öls, Teil 2
120	12	Vermarktung des gelagerten Presskuchens	120	12	Vermarktung des gelagerten Presskuchens
			130	13	Einsatz des Rapsölkraftstoffs (Tankstelle)
			140	14	Umrüstung der Fahrzeuge
			150	15	Wartung der Fahrzeuge
			160	16	Einsatz des Presskuchens in der Tierfütterung

Fortsetzung Tabelle 2: Systemunterschiede zwischen QS-System TFZ Straubing, allgemeine Fassung, und Ölmühle Clausnitz

QS-System, auf Ölmühle Clausnitz zugeschnitten		
Tabellenblatt	beinhaltet Teilbereiche	Beschreibung
00	00, 01, 02, 03, 04, 05	Anbau bis Annahme zur Lohnpressung Anbau Schlagdokumentation Ernte der Rapssaat Transport der Ernteware Reinigung, Trocknung und Kühlung der Rapssaat Annahme der Rapssaat zur Lagerung bei der Verarbeitung
10	04, 06, 07, 08	Lagerung, Pressung, Reinigung Rapssaatlagerung nach der Ernte Kontrolle der Rapssaat im Lager vor der Verarbeitung Pressung der Rapssaat Reinigung des erzeugten Öls
20	09, 10, 11	Probenahmestellen Lagerung von Öl und Presskuchen, Ölanalyse Lagerung des erzeugten Öls Lagerung des anfallenden Presskuchens Vermarktung des gelagerten Öls
30	13	Einsatz des Rapsölkraftstoffs (Tankstelle)
40	14	Umrüstung der Fahrzeuge
50	15	Wartung der Fahrzeuge
60	16	Einsatz des Presskuchens in der Tierfütterung

In der universellen Fassung des QS-Systems wurde die Allgemeingültigkeit für alle Anwender angestrebt. An der Vorlage des TFZ wurde dazu die notwendige formale Anpassung für Sachsen vorgenommen (Schlagdokumentation). Nach entsprechenden Recherchen erfolgte eine Ergänzung der Bausteine (Tabellenblätter) Anbau, Einsatz des Rapsölkraftstoffs (Tankstelle), Umrüstung der Fahrzeuge, Wartung der Fahrzeuge und BHKW und Einsatz des Presskuchens in der Tierfütterung. In den vorhandenen Bausteinen wurden entsprechend den Anforderungen Modifizierungen und Aktualisierungen vorgenommen. Die den Zellen hinterlegten Kommentare wurden an verschiedenen Stellen gemäß den Rechercheergebnissen aktualisiert.

Im universellen MS-Excel-Programm enthalten sind Tabellenblätter, die die bisher üblichen Dokumentationspflichten übernehmen. Im Handbuch zum QS-System „Rapsölkraftstoff“ sind der Entwurf und das dazugehörige Handbuch des universellen Systems zu finden. Im vorliegenden Teil wird die Anpassung an die Praxis beschrieben. Diese Anpassungen sind von Betrieb zu Betrieb sehr spezifisch und erforderlich.

3.1 Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.

In der Ölmühle Clausnitz werden die Prozessabläufe bereits umfangreich dokumentiert. Daher kann in einem QS-System auf diese Dokumentationen unter Ausweisung des betreffenden Ablageortes verwiesen werden. Dadurch ist es möglich, den Umfang des QS-Systems drastisch zu reduzieren und dieses einfacher, effektiver und zielgerichtet zu gestalten. Der Aufwand für die Pflege des QS-Systems wird dadurch stark reduziert, was die Akzeptanz in der Praxis erhöhen dürfte.

In der Fassung Ölmühle Clausnitz sind folgende Bausteine oder auch Blätter enthalten:

Bausteine 00, 01, 02, 03, 04, 05	Anbau bis Annahme zur Lohnpressung
Bausteine 06, 07	Lagerung, Reinigung
Baustein 08	Pressung
Baustein 09,	Reinigung des Öls
Bausteine 10, 11, 12	Probenahme bis Vermarktung des Öls
Baustein 13	Einsatz des Rapsölkraftstoffs (Tankstelle)
Baustein 14	Umrüstung der Fahrzeuge (9 Blätter)
Baustein 15	Wartung der Fahrzeuge
Baustein 16	Wartung BHKW
Baustein 17	Einsatz des Presskuchens in der Tierfütterung

Durch die Reduzierung und Anpassung konnten einzelne Bausteine wie oben aufgeführt auf einem Blatt dargestellt werden. In dem auf die AG „Bergland“ Clausnitz angepassten QS-System können Vermerke über die Führung und den Standort der Dokumentationen eingefügt werden. Somit wird der Dokumentationsaufwand so gering wie möglich gehalten und es werden Doppeldokumentationen vermieden.

Einige Beispiele der geführten umfangreichen Dokumentationen und des QSS sind im Anhang A zu finden.

Die Mitarbeiter der Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. führen die bisherigen Dokumentationen maßnahmenbezogen durch. Dies wird auch für die Führung des QSS empfohlen.

An der Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. sind folgende Probenahmestellen üblich: Die Rapssaat wird zur Beprobung aus der Lagerbox oder dem Vorratsbehälter gezogen. Die Beprobung des Rapspresskuchens erfolgt nach der Presse vor dem Eintreten in das Presskuchenlager und die des Rapsöls nach der Sicherheitsfiltration und vor dem Lagertank. In der Veröffentlichung des Maßnahmenkataloges des TFZ Straubing (REMMELE et al. 2007) werden für die Saat und den Rapsölkraftstoff davon abweichende Probenahmestellen empfohlen.

3.2 Ölmühle der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf

Der Betrieb ist seit Januar 2007 QS-zertifiziert für die Futtermittelproduktion. Das angegliederte Trockenwerk ist seit 2003 über den Trocknerverband zertifiziert. Die Teilnehmer im Verband teilen sich die Kosten. Ein Audit findet alle drei Jahre statt. Über den Trocknerverband ist auch die Rapsöl GmbH zertifiziert. Ein Handbuch und ein Prüfplan wurden selbst erstellt. Die Schnittstelle zwischen Gesellschaftern und Rapsöl GmbH ist die Waage und nachfolgende Beprobung. Die Rapsöl GmbH ist der übernehmende Betrieb für die Rapssaat. Es werden Wiegelisten für jeden anliefernden Betrieb geführt.

Zur Beprobung der Saatanlieferung wird von jedem Anhänger eine Saatprobe entnommen. Diese werden je 100 t Saat zu einer Probe vermischt. Es werden drei Probenbeutel gefüllt, versiegelt und unterschrieben - je ein Beutel für Labor, Landwirt und Rapsöl GmbH. Der Probenplan für Öl und Presskuchen wurde selbst erarbeitet. Das erzeugte Rapsöl wird quartalsweise beprobt und analysiert (Probe gefordert vom Zoll mit Monatsmengen-Meldung). Der Rapspresskuchen wird unregelmäßig auf Mykotoxine (Schimmelpilzgifte), Schwermetalle, PAK und Salmonellen untersucht. In der Fassung des QS-Systems der Ölmühle Rapsöl GmbH sind folgende Bausteine, auch Blätter genannt, enthalten:

Bausteine 04, 05	Annahme zur Lohnpressung
Bausteine 06, 07, 08, 09	Lagerung, Reinigung, Pressung, Reinigung des Öls
Bausteine 10, 11, 12	Probenahme bis Vermarktung des Öls
Baustein 13	Einsatz des Rapsölkraftstoffs (Tankstelle)

Geführte Dokumentationen (Trocknungsprotokolle, Tages- und Monatsberichte) der Rapsöl GmbH, auf die im QSS verwiesen wird, sind beispielhaft im Anhang B zu finden. Die Gesellschafterbetriebe führen eine umfangreiche Dokumentation der Erzeugung von Rapssaat bis zur Anwendung der Produkte. Einige Beispiele sind die Schlagkarteien, Bonituren, Saatgutaufbereitung durch Beizung,

Nachweise über Qualifizierungen und Belehrungen der Mitarbeiter, Lagerkontrollen (Kontrolle auf Beschädigungen und durchgeführte Reinigungen), Schädlingsfallen-Protokolle, Eichung der Messgeräte jährlich (Temperaturmessgeräte und Waagen) und Dokumentationen und Kontrollen des Fuhrparks.

In der Ölmühle der Rapsöl GmbH sind folgende Probenahmestellen üblich: Die Rapssaat wird zur Beprobung aus dem Vorratsbehälter gezogen. Die Proben des Rapspresskuchens werden aus dem Presskuchenlager und das Rapsöl aus dem Lagertank und der Tankstelle entnommen, wie das TFZ dies als bevorzugte oder alternative Probenahmestellen vorschlägt (REMMELE et al. 2007).

4 Erfahrungen bei der Anwendung des QS-Systems in der AG „Bergland“ Clausnitz e.G., der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf und der Landtechnik Nürnberger GmbH

4.1 AG „Bergland“ Clausnitz e.G. und Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf

Die AG „Bergland“ Clausnitz e.G und die Rapsöl GmbH haben das jeweils auf ihren Betrieb angepasste QS-System angewendet. Dabei konnten viele Blätter des universellen Systems entfallen, da darin geforderte Dokumentationen schon geführt werden. Auf diese externen Dokumente wird im QS-System verwiesen. Als irrelevante Daten haben sich die geforderten meteorologischen Daten aus dem System des TFZ herausgestellt. Die Betriebe besitzen alle eine eigene automatische Wetterstation und notieren die Daten nicht gesondert. Die Temperatur der Saat auf dem Transportanhänger wird nicht gemessen. Diese werden nicht längere Zeit abgestellt, sondern gleich entleert. Einige Parameter werden nur beobachtet, aber nicht erfasst. Die Rapssaatfeuchte vor der Ernte wird gemessen, aber nicht dokumentiert, ebenso die Erntezeitpunkte. Der Mähdrescher wird in der Rapsernte nicht vor jedem Einsatz gesäubert, da dies nur für Lohnunternehmer wichtig ist.

Die AG „Bergland“ Clausnitz e.G hat folgende Ergänzung zum Additiveinsatz vorgeschlagen (Baustein 13, Einsatz des Rapsölkraftstoffes [Tankstelle]): Die AG „Bergland“ Clausnitz e.G setzt für alle Rapsölkraftstoff-Maschinen das von John Deere vorgeschriebene Additiv Biodiesel Protect 100 ein. Dieses Zusatzmittel wird in der Tankstelle in den 10.000 Liter fassenden Tank eingemischt und in allen rapsöлтаuglichen Maschinen verwendet. In Abbildung 9 ist die Änderung im Bildschirmausdruck der Excel-Datei QSS-Ölmühle-Clausnitz mit einer Ellipse gekennzeichnet dargestellt. Die Kosten für dieses Additiv liegen bei 0,5 bis 1 Eurocent pro Liter Kraftstoff.

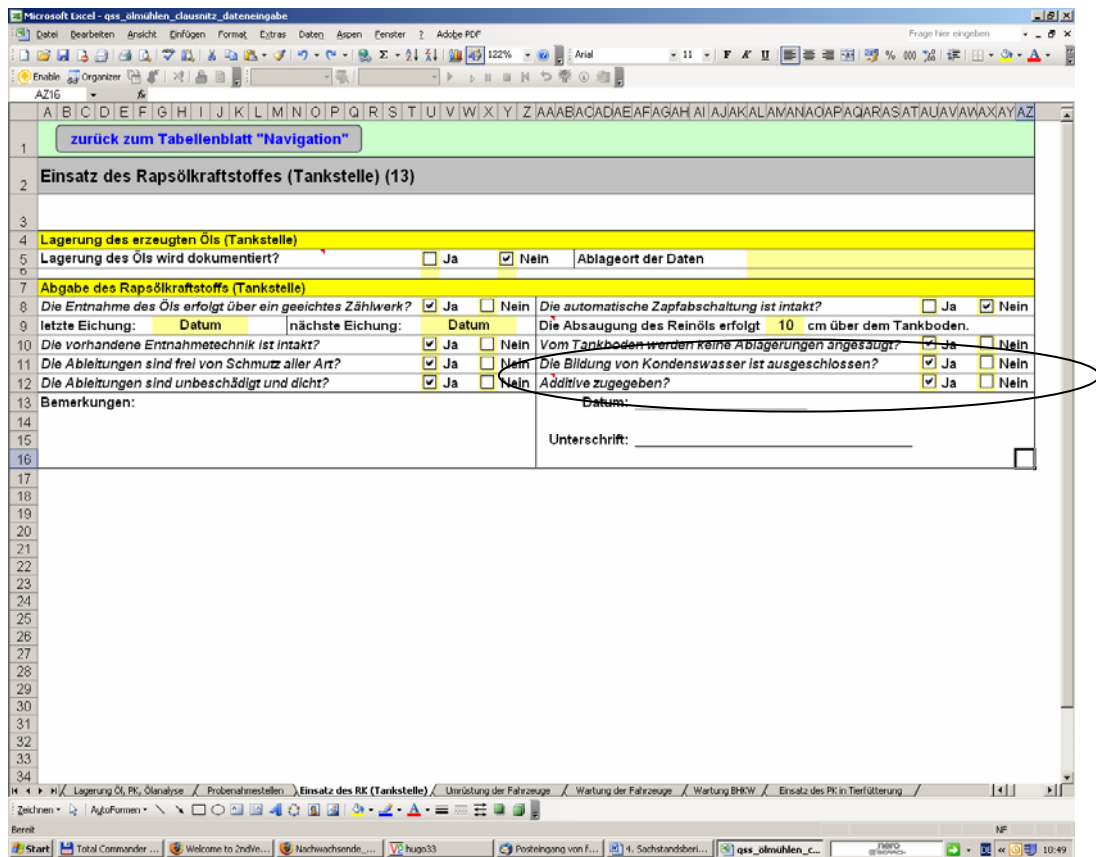


Abbildung 9: Baustein 13 Einsatz des Rapsölkraftstoffes (Tankstelle) mit Ergänzungen durch Ellipsen gekennzeichnet

Als Kommentar ist in Abbildung 9 in das Kästchen 12 AA vermerkt: z.B. Biodiesel Protect 100 von John Deere vorgeschrieben.

Über die eigene Rapssaatverarbeitung und Nutzung der Produkte wurde in Clausnitz eine Diplomarbeit angefertigt (SCHMIDT 2007), in der die Umrüstungen der Rapsölkraftstoffmaschinen detailliert beschrieben werden. Trotzdem ist es für die Agrargenossenschaft zweckmäßig, das Blatt 14 auszufüllen und mit noch nicht dokumentierten Angaben zu ergänzen.

Im QSS der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. wird im Blatt 15 Wartung und Instandsetzung der Fahrzeuge auf die Daten im Bordbuch verwiesen. Dort sind alle notwendigen Parameter der jeweiligen Maschine abgelegt. Dafür wurde im Blatt 15 die Zeile 3 eingefügt mit der Wahlmöglichkeit, ob Wartung und Instandhaltung dokumentiert sind und dem Ablageort der Dokumentation. Das Tabellenblatt 15 und die darin erfolgten Änderungen sind durch eine Ellipse hervorgehoben und in Abbildung 12 zu sehen.

Von den Projektteilnehmern wird kein BHKW mit Rapsölkraftstoff (RK) betrieben. Eine Ausnahme ist das Zündstrahl-BHKW der Fa. Schnell in der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. In dem umgebauten Scania Dieselmotor wird zur Entzündung von Biogas ca. 7 % kaltgepresstes Rapsöl aus der Ölmühle der AG „Bergland“ Clausnitz e.G als Zündöl eingesetzt. Ein Betrieb des BHKW mit 100 % RK ist nach einer Umstellung der Steuerung möglich. Der Entwurf des QS-Systems wird um den Baustein BHKW mit dem Blatt 16 Wartung und Instandhaltung BHKW ergänzt. In der Wartung unterscheidet sich ein BHKW nur in einigen Punkten von Landmaschinen. Die Motorleistung wird als Generatorleistung in kW elektrisch angegeben. Ein 2-Tanksystem ist bei Pflanzenöl-BHKW unüblich und wird nur in Sonderfällen eingesetzt. Deshalb ist keine Eintragungsmöglichkeit dafür vorgesehen. Das ergänzte Blatt 16 ist nachfolgend in Abbildung 10 aufgeführt.

The screenshot shows a spreadsheet with the following structure:

- Row 1:** Navigation button: zurück zum Tabellenblatt "Navigation"
- Row 2:** Section header: **Wartung und Instandhaltung BHKW (16)**
- Row 3:** Maintenance status: **Wartung und Instandhaltung ist dokumentiert:** Ja Nein. **Ablageort:** BHKW Tagebuch
- Row 4:** Section header: **BHKW-Daten**
- Row 5:** BHKW-Nummer: []
- Row 6:** Typ: [], Baujahr: [], Zeitpunkt der Inbetriebnahme: []
- Row 7:** Generatorleistung: [] kW, Hersteller: []
- Row 8:** Einspritzsystem: []
- Row 9:** []
- Row 10:** vorgeschriebenes Ölwechselintervall: [] Bh
- Row 11:** []
- Row 12:** []
- Row 13:** Section header: **Kraftstoffverbrauch**
- Row 14:** Rapsölkraftstoff RK: Jahr: [], RK: [] l
- Row 15:** []
- Row 16:** Section header: **letzte verfügbare Betriebsdaten**
- Row 17:** Betriebsstunden: Jahr: [], Bh/a: []
- Row 18:** spezif. Kraftstoffverbrauch: Jahr: [], RK: [], l/Bh: []
- Row 19:** []
- Row 20:** Section header: **vorhergehende Wartung**
- Row 21:** Datum: []
- Row 22:** durchgeführte Arbeiten: []
- Row 23:** letzter Ölwechsel, Datum: [], Ölsorte: [], Ölmenge: [] l nach [] Bh
- Row 24:** []
- Row 25:** Section header: **aktuelle Wartungsarbeiten**
- Row 26:** Datum: []
- Row 27:** durchgeführte Arbeiten: []
- Row 28:** Ölwechsel: Datum: [], Ölsorte: [], Ölmenge: [] l nach [] Bh
- Row 29:** Einwaschung in das Motorenöl kontrolliert? Ja Nein Befund: []
- Row 30:** Ablagerungen? []
- Row 31:** []
- Row 32:** Section header: **nächste Wartungsarbeiten**
- Row 33:** Datum: []
- Row 34:** geplante Arbeiten: []
- Row 35:** nächster Ölwechsel: nach [] Bh
- Row 36:** []
- Row 37:** []
- Row 38:** []
- Row 39:** []
- Row 40:** []
- Row 41:** []
- Row 42:** []

Abbildung 10: Blatt 16 Wartung und Instandhaltung BHKW

Als Kommentar ist in Blatt 16 Zeile 5 BHKW-Nummer vermerkt: Nummerierung fortlaufend oder betriebsintern.

Bei den 2-Tanksystemen in Landmaschinen kann eine Fehlfunktion der Schwachlastautomatik, die die Umschaltung von RK zu DK bei geringer Motorauslastung regelt, zu gravierenden Einwaschungen von Rapsölkraftstoff führen. In der Diskussion war eine Dokumentation der Funktionskontrolle

im QSS. Dagegen hat sich die AG „Bergland“ Clausnitz e.G. ausgesprochen, da die Funktion per Kontrolllampe angezeigt wird und eine Fehlfunktion dem unterwiesenen Fahrer sofort auffällt. Die besprochenen Änderungen sind in das QS-System aufgenommen worden. Das erweiterte QS-System ist erprobt und liegt in der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. vor.

4.2 Landtechnik Nürnberger GmbH

Die Befragung der Firma Landtechnik Nürnberger zu den Systembausteinen Fahrzeugumrüstung und Wartung ergab aus Sicht des Landtechnikhändlers folgende Ergänzungen zum bisherigen Entwurf des QS-Systems Rapsölkraftstoff (RK):

Die Nutzung der Rapsöl-Maschinen sollte analog wie im Dieselbetrieb erfolgen. Rapsölkraftstoff spezifische Wartungen sind aber zu beachten. Auf dem Tabellenblatt 07 bzw. 15, je nach Betrieb und Variante des QSS, sollte oben auf dem Blatt eine Wahlmöglichkeit bestehen, um auf das von den meisten Betrieben geführte Bordbuch zu verweisen. Darin werden alle Wartungen inklusive der spezifischen Arbeiten für den Rapsölbetrieb aufgeführt. Das Bordbuch weist dafür entsprechenden Platz auf. Zusätzlich sollte der Ablageort des Bordbuches im QSS vermerkt werden. Alternativ bleibt die Eingabemöglichkeit für Maschinen, bei denen keine Dokumentationen geführt werden, im Tabellenblatt bestehen.

Die Erfüllung der Abgasnorm mit der Nutzung von Rapsölkraftstoff ist entscheidend. Besonders beim 1-Tankumbau erlischt durch die Änderung abgasrelevanter Teile am Motor die allgemeine Betriebserlaubnis. Durch die erforderlichen Nachweise, dass mit dem Umbausystem keine Verschlechterung des Abgasverhaltens eintritt, kann die Betriebserlaubnis wiedererlangt werden. Diesen Nachweis erfüllen zurzeit nur Pflanzenöltraktoren im 1-Tanksystem vom Technologieentwickler VWP sowie von den Firmen Deutz und Fendt. Die Fa. Nürnberger sieht bei den 2-Tanksystemen das Thema Abgasnorm nicht geklärt. Hierbei wird üblicherweise nur der zusätzliche 2. Tank in die Fahrzeugpapiere eingetragen und es werden keine abgasrelevanten Teile geändert. Ein zusätzlicher Eintrag, ob die Abgasnorm erfüllt ist, erfolgte in Blatt 14 (siehe Abbildung 11). Eine Abgassonderuntersuchung (ASU) kann in den kommenden Jahren auch für Landmaschinen verbindlich werden. Dafür müsste zusätzlich zur Hauptuntersuchung ein Eintrag im QS-System ermöglicht werden.

Zusätzlich sollte im Tabellenblatt 06 bzw. 14 zur Hersteller- die Händlergarantie bzw. eine Maschinenbruchversicherung ergänzt werden. Die Fa. Landtechnik Nürnberger übernimmt die volle Motorgarantie, die bei John Deere (JD) üblich ist, für ihre Motorumrüstungen. Die Firmen Deutz und Fendt geben auf neue Rapsölmaschinen zwei Jahre Garantie. Die Ergänzungen im Blatt 14 sind in der Abbildung 11 zu sehen und durch Ellipsen hervorgehoben.

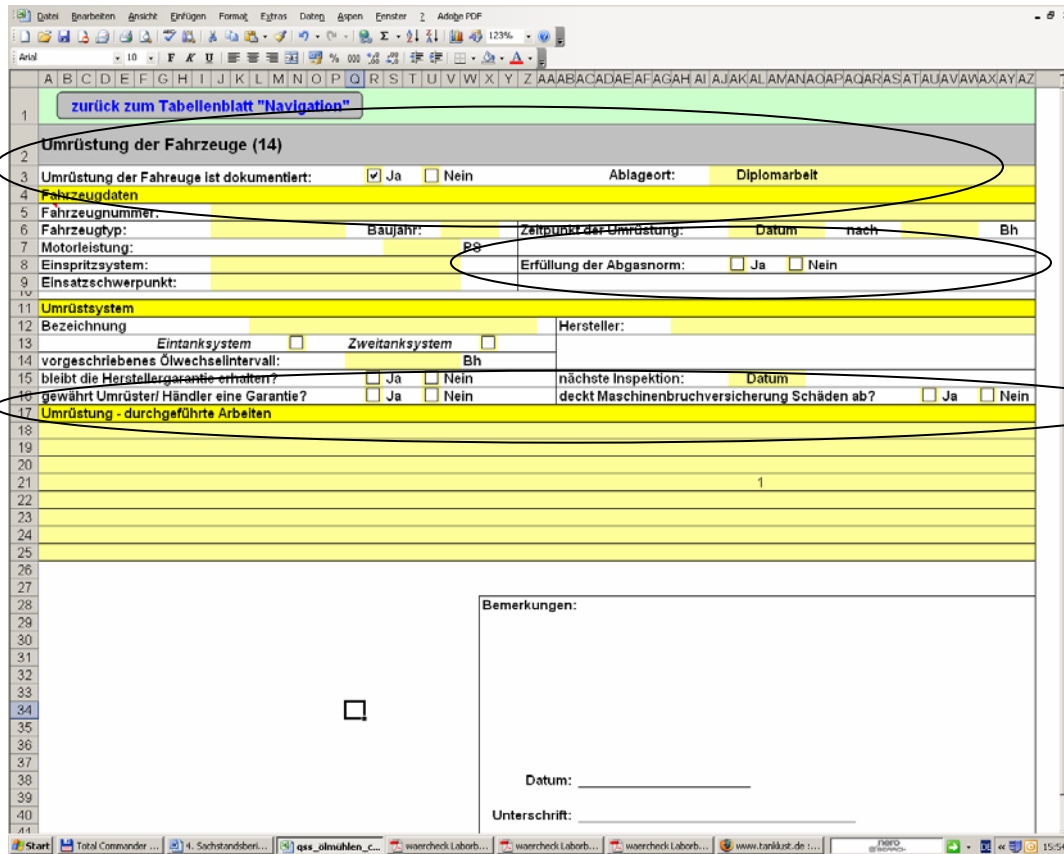


Abbildung 11: Blatt 14 bzw. 6 Umrüstung der Fahrzeuge mit Ergänzungen durch Ellipsen gekennzeichnet

Als kritischen Punkt sieht die Landtechnik Nürnberger GmbH die Einhaltung der Rapsölkraftstoffqualität. Diese kann er bei seinen Kunden, die umgerüstete Maschinen betreiben, schlecht nachvollziehen. Im Schadensfall ist es aber sehr wichtig, die eingesetzten Rapsölkraftstoffqualitäten zu kennen. Das in diesem Projekt entwickelte QS-System soll im Punkt Nachvollziehbarkeit für mehr Sicherheit und Transparenz sorgen.

Nach dem Auftreten von Ablagerungen im Brennraum der neuen Rapsölkraftstofftraktoren von John Deere und VWP schreiben beide Firmen für die Motoren der Abgasnorm TIERIII bei Rapsölkraftstoff-Einsatz das RME Additiv Biodiesel Protect 100 vor. Damit sollen mögliche Ablagerungen an Einspritzsystem, Einspritzdüsen und Zylinderkopfbereich vermieden werden. Das Additiv wird in einer Konzentration von 1 ml auf 1 l Rapsölkraftstoff (RK) eingesetzt, analog wie im RME-Einsatz. Die Kosten betragen ca. 0,5 bis 1 Eurocent pro Liter Kraftstoff und sind in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu beachten. Das Additiv Biodiesel Protect 100 ist im Prinzip den Zusätzen ähnlich, die dem Dieselkraftstoff beigegeben werden, um Brennraumablagerungen zu vermeiden.

Die Fa. Nürnberger betreut selbst keine Tankstelle, womit dieser Punkt des QS-Systems für sie nicht relevant ist.

Um mehreren Maschinen Platz in den QSS-Tabellenblättern 6, 7 und 14, 15 zu geben, je nach Betrieb und Umfang des QS-Systems, soll das jeweilige Blatt mehrmals ausgedruckt und eine laufende oder die betriebsinterne Nummerierung der Maschine verwendet werden. Dies ist in der Abbildung 12 des Blattes 15 in der Zeile 5 als Fahrzeugnummer bezeichnet.

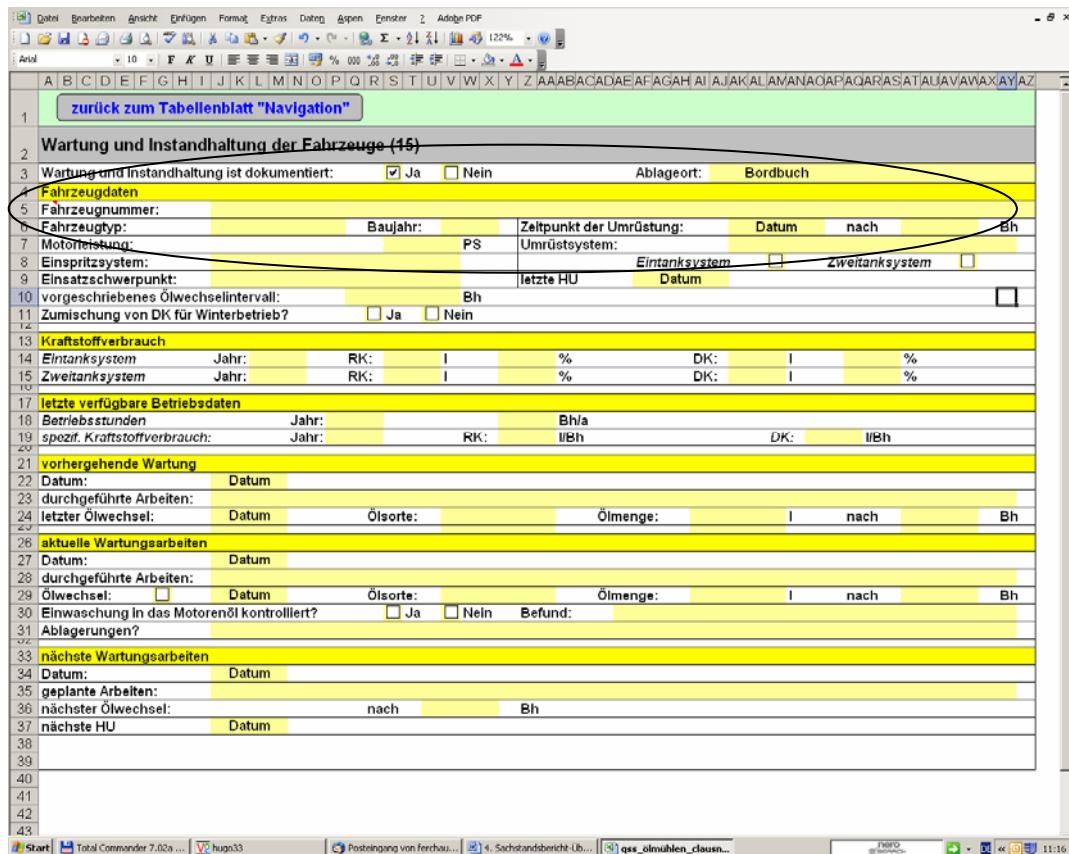


Abbildung 12: Blatt 15 bzw. 7 Wartung und Instandhaltung der Fahrzeuge mit Ergänzungen durch Ellipsen gekennzeichnet

Als Kommentar ist in Blatt 15 Zeile 5 Fahrzeugnummer vermerkt: Nummerierung fortlaufend oder betriebsintern.

5 Betriebserfahrungen beim Einsatz von Rapsölkraftstoff in der Landtechnik

Eine hohe Reinheit des Rapsölkraftstoffes ist entscheidend für einen erfolgreichen und störungsfreien Betrieb eines pflanzenölauglichen Motors. Die Qualitätsanforderungen für einen störungsfreien Motorbetrieb werden in der DIN V 51605 für Rapsölkraftstoff definiert. Betriebe, die erfolgreich Pflanzenölkraftstoff einsetzen, überwachen die mit Rapsöl betriebenen Maschinen besonders

intensiv. Regelmäßige Wartung sowie Kontrolle des Schmieröls auf Verschmutzungen und Kraftstoffeintrag sind unerlässlich. Der Gehalt an Rapsölkraftstoff, der in das Schmieröl eingewaschen wurde, wird mit Schmierölproben in externen Laboratorien analysiert. Dabei sollte man darauf achten, dass diese Einrichtungen die aktuellen DIN-Prüfverfahren anwenden und für diese Verfahren nach ISO 17025 akkreditiert und auf die Untersuchung von biogenen Kraftstoffen und Motorenölen spezialisiert sind (WINKLER 2009).

In Untersuchungen mit Rapsölkraftstoff, der eine Qualität gemäß DIN V 51605 (KAISER 2009) aufwies, wurden Rückstandbildungen schon nach 1.500 Bh in pflanzenöлтаuglichen Motoren festgestellt. Die geplante Einführung von Abgasnachbehandlungssystemen bei Landmaschinen (PICKEL et al. 2008) wird zu strengeren Anforderungen an die Rapsölkraftstoffqualität führen. Vor allem die Gehalte an asche- und ablagerungsbildenden Stoffen (wie z.B. Phosphor, Calcium und Magnesium) im Rapsölkraftstoff müssen deutlich reduziert werden. Einige Motorenhersteller und Umrüster fordern eine Unterschreitung der Konzentration dieser Elemente bis zur Nachweisgrenze, also eine vollständige Entfernung aus dem Kraftstoff. Die Industrie wird in Zukunft nur Rapsölkraftstoff mit dieser Qualität für den Einsatz in pflanzenöлтаuglichen Serienmotoren akzeptieren (KAISER 2009).

Die Vereinigten Werkstätten für Pflanzenöltechnologie (VWP) und die österreichische Firma Waldland haben ein Verfahren zur Reduzierung von Phosphor, Calcium und Magnesium in Pflanzenölen entwickelt. Das Verfahren wurde zum Patent angemeldet. Mit Hilfe eines Tonminerals können Phosphor, Calcium und Magnesium nahezu vollständig aus dem Öl entfernt werden (KAISER 2009, VWP, WALDLAND 2008). Durch dieses neuartige Verfahren ist es in den beiden untersuchten Ölmöhlen möglich, eine sehr hohe Reinheit bei der Rapsölkraftstoffproduktion zu erzielen.

5.1 Landtechnik Nürnberger

Die Firma Landtechnik Nürnberger beschäftigt sich seit dem Jahr 2001 mit dem Thema und führt Umrüstungen auf Rapsölkraftstoff im 1- und 2-Tanksystem durch. Begonnen hatte man eine Kooperation mit der Firma eoil, deren Systeme sich im landwirtschaftlichen Einsatz der untersuchten Betriebe jedoch nicht bewährt hatten. Es traten verstärkt Startprobleme, Motorschäden und hohe Einwaschungen von Rapsölkraftstoff in das Motorenöl aufgrund ungenügender Verbrennung auf. Nach dem Stopp der Zusammenarbeit mit der Fa. eoil wurde als neuer Technologiepartner im Bereich 2-Tanksysteme die Firma Rapstruck gewonnen. Diese Systeme haben sich in der Praxis bewährt. Auf dem Gebiet der 1-Tanksysteme und Motoren von John Deere besteht eine Kooperation seit dem Jahr 2007 mit der Firma Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologien. Die Anpassungen umfassen eine Erhöhung der Leistung des Kraftstofffördersystems durch den Einbau einer 2. Kraftstoffpumpe. Weiterhin wurde die Motorsoftware an die Verbrennungseigenschaften von Rapsöl angepasst. Die Geometrie im Brennraum wurde durch ein Tiefersetzen der Einspritzdüsen verändert. Die Kraftstoffkreisläufe wurden den Anforderungen entsprechend geändert. Es wurden vier John-Deere-Traktoren in der Region angepasst mit folgenden Spezifikationen:

- JD Motor 6 Zylinder Power Tech Plus Motoren 4V HP-CR Common-Rail Einspritzsystem
- Variabler Turbolader mit Abgasrückführung
- Abgasnorm Stufe Tier 3, aktueller Stand der Technik

Zwei dieser Traktoren werden in der AG „Bergland“ Clausnitz betrieben und sind im Kapitel 5.2 genauer beschrieben. Einen John Deere 7430 mit 190 PS betreibt die Fa. Landtechnik Nürnberger und hat damit 1.750 Bh ohne Probleme absolviert. Ein weiterer John Deere 7430 läuft in Zethau mit Rapsölkraftstoff.



Abbildung 13: Umgerüsteter Traktor John Deere 7530, 203 PS (1-Tanksystem) für Rapsölkraftstoff der AG „Bergland“ Clausnitz e.G., Laufleistung 2.500 Bh
(Foto: E. Ferchau)

Die Umrüstungstechnologie der neuen John Deere Traktoren befindet sich in der Entwicklung. Dies dokumentiert auch die folgende Auflistung der aufgetretenen Probleme und deren Behebung:

- Förderpumpe für Kraftstoff musste durch eine stärkere Zahnradpumpe ersetzt werden
- Verstopfung der Düsen bei einem Motor – Einsatz von Protect 100 Additiv
- Abgasrückführungstemperatur zu hoch – Änderung der Motorsoftware
- schlechtes Kaltstartverhalten – Verwendung einer elektrischen Motorvorwärmung, verbesserte Lösung durch Düsenbeheizung in Vorbereitung
- Im Winterbetrieb war der Druck im CR-System zu hoch – Kraftstoffkühler wird im Winterbetrieb stillgelegt.

Die Benutzung der elektrischen Motorkühlwasservorwärmung vor dem Kaltstart ist bei den JD 1-Tank-Maschinen bisher Pflicht. An der Entwicklung einer internen netzunabhängigen Vorwärmung wird im EU-Projekt 2ndVegOil gearbeitet (2NDVEGOIL 2008). In diesem Projekt werden Optimierungen für den Betrieb mit Rapsölkraftstoff der neuesten Motorengeneration von John Deere, wie sie in unserer Region verwendet werden, durchgeführt und getestet. Damit können die Maschinen auch auf dem Feld über längere Zeit abgestellt werden. In der AG „Bergland“ Clausnitz e.G werden die Maschinen in der Regel nachts im Maschinenschuppen abgestellt. Dort sind über Zeitschalter die elektrischen Vorwärmeinrichtungen angeschlossen. Generell ist eine solche Vorwärmung des Motors vor dem Kaltstart zu empfehlen. Dies senkt Verschleiß und Emissionen. Die eingesetzte Energie für das Vorwärmen spart man durch eine schnellere Warmlaufphase ein.

Der Einsatz von RK in nicht umgerüsteten Landmaschinen, was in einzelnen Betrieben Praxis ist, wird von der Fa. Nürnberger nicht empfohlen. In einem solchem Fall erhöht sich das Risiko von Brennraumablagerungen durch eine unzureichende Verbrennung von RK und damit von Motorschäden erheblich.

Nach einem reichlichen Jahr Betriebserfahrungen und Laufleistungen zwischen 1.000 und 1.750 Bh wurden die neuen John Deere Pflanzenöltraktoren untersucht. Dabei wurden Einspritzdüsen gezogen, um deren Zustand zu begutachten. In Abbildung 14 ist eine Düse beispielhaft vom Modell JD 7430 im Vergleich zu einer Düse im Dieselbetrieb zu sehen (Abbildung 15).



Abbildung 14: Einspritzdüse JD 7430, Dieselbetrieb
(Foto: K. Nürnberger)



Abbildung 15: Einspritzdüse JD 7430, 1.750 Bh, Rapsölbetrieb

(Foto: K. Nürnberger)

Die Einspritzdüsen des JD 7430 aus Zethau weisen keinerlei Verkokungen auf. Dieser Schlepper fährt mit Rapsöl von der Rapsölmühle Großhartmannsdorf und wird über Winter mit Diesel betrieben. Die Einspritzdüsen von der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. weisen leichte helle Verkokungen auf. Diese sind laut Analyse auf den Siliziumgehalt im Rapsöl zurück zu führen.

Beim 2-Tanksystem muss besonders das Einsatzprofil der Maschinen beachtet werden, da im ungünstigsten Fall ein Dieselanteil von bis zu 50 % möglich ist. Praxiswerte dafür liegen zwischen 20 und 30 % bei Maschinen der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. Die Einwaschung von Rapsölkraftstoff in das Motorenöl liegt bei den verwendeten 2-Tanksystemen in Clausnitz zwischen 10 und 15 %, siehe Anhang A. Die Fa. Wearcheck, die die Motoröluntersuchungen für ca. 60 Euro durchführte, rät, den RK-Anteil von 6 % im Motorenöl nicht zu überschreiten. Andere Quellen nennen einen maximalen Anteil von ca. 10 %, um eine Schmierölpolymerisation zu vermeiden. Die Motoröluntersuchungen werden aufgrund der Kosten nur stichpunktartig durchgeführt und sind auch im QSS Blatt 15 abgefragt.

Beim neuen 1-Tanksystem der John Deere Motoren ist der einfache Rückbau der Umrüstung als besonderer Vorteil hervorzuheben. Dies kann auf Kundenwunsch schnell und unproblematisch vorgenommen werden. Bei 2-Tanksystemen, bei denen weit mehr Bauteile verbaut sind, würde ein Rückbau einen großen Arbeitszeitaufwand bedeuten. Bei modernen 1-Tanksystemen erfolgt die Optimierung der Einspritzung und Verbrennung größtenteils auf elektronischem Wege.

Ein weiterer Nachteil von 2-Tanksystemen ist die zeitintensive Anpassung der Umschaltzeiten, die separat für jede Maschine durchgeführt werden muss. Andererseits kommt es zur unvollständigen Verbrennung und damit zu Ablagerungen und Verkokungen im Brennraum der Motoren. Dies tritt verstärkt im Teillastbereich auf.

5.2 AG „Bergland“ Clausnitz

Die AG „Bergland“ hat die längste Erfahrung in der Region beim Betrieb von pflanzenöлтаuglichen Landmaschinen. Es werden neun landwirtschaftliche Maschinen mit Rapsölkraftstoff betrieben. Tabelle 3 stellt diese Maschinen und die Umrüstsysteme sowie deren Kosten dar.

Tabelle 3: Übersicht Landmaschinen mit Anpassung an Rapsölkraftstoff der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.

Maschine	Umrüstung	Umrüstkosten in €
Deutz Agrottron 165.7	1. e-oil/ 1 Tanksystem	3.500,-
	2. Rapstruck 2 Tanksystem	3.765,-
Case Magnum 7210	Elsbett 2 Tanksystem	3.755,-
Case Magnum 7130	Elsbett 2 Tanksystem	4.548,-
Case CVX 130	Gruber 2 Tanksystem	4.250,-
John Deere 6920 S	1. e-oil/ 1 Tanksystem	3.500,-
	2. Rapstruck 2 Tanksystem	1.940,-
John Deere 6830	VWP-JD 1 Tanksystem	6.000,-
John Deere 7530	VWP-JD 1 Tanksystem	6.000,-
Häcksler Claas Jaguar 870	Rapstruck 2 Tanksystem	4.559,-
Mähwerk Krone BIG-M II	Rapstruck 2 Tanksystem	4.500,-

Die Traktoren Deutz Agrottron 165.7 und der John Deere 6920 S wurden mit dem 1- Tankumrüstsystem der Firma eoil ausgerüstet. Es traten sehr viele Störungen und Schäden an den Motoren und der Einspritztechnik auf. Daraufhin wurden die eoil-Systeme zurückgebaut und eine weitere Umrüstung auf ein 2-Tanksystem der Firma Rapstruck durchgeführt. In der Tabelle 3 sind deshalb bei diesen Maschinen zwei Umrüstungen angegeben.

Bei den 1-Tank VWP John Deere (JD) Maschinen traten bisher sehr geringe Einwaschungen von Rapsölkraftstoff in das Motorenöl auf. Diese waren immer deutlich geringer als bei Maschinen mit 2-Tank-System. Bestätigt wird dies durch Untersuchungen der Motorenöle, die von der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. durchgeführt wurden. Diese sind im Anhang zu finden. Wenn sich die geringe Kraftstoffeinwaschung von ca. 1 – 3 % über längere Zeit bestätigt, könnte das Motorölwechselintervall von 250 auf 500 Bh erhöht werden. Trotzdem schreibt John Deere bei Rapsöleinsatz weiterhin sicherheitshalber den Ölwechsel aller 250 Bh vor. Die beiden 1-Tank VWP JD in der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. haben aktuell eine Laufzeit von 2.400 und 2.500 Betriebsstunden absolviert. Ergänzend sind drei Schmieröluntersuchungen von Landmaschinen mit Rapsölkraftstoff, durchgeführt von der Firma wearcheck, im Anhang A zu finden.



Abbildung 16: Selbstfahrmäherwerk Krone Big M II und Häcksler Claas Jaguar 870 (jeweils 2-Tanksystem) angepasst auf Rapsölkraftstoff, Agrargenossenschaft „Bergland“ Clausnitz e.G.

Die längsten und bisher besten Erfahrungen wurden mit Maschinen der Marke Case Magnum gemacht. Die Maschinen wurden im 2-Tanksystem umgerüstet und besitzen serienmäßig einen geteilten Tank, der als 2. Tank verwendet werden kann. Diese Traktoren sind aber kein Zukunftsmodell, da die Motorenbaureihe nicht mehr produziert wird.

Ende 2008 wurden die John-Deere-Motoren mit 1-Tankumrüstung VWP der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. beim Landtechnikhändler Nürnberger endoskopisch untersucht. Die Einspritzdüsen wurden herausgenommen und begutachtet. Die Ergebnisse waren sehr positiv. Keine rußhaltigen Ablagerungen waren sichtbar im Gegensatz zur gleichzeitig untersuchten Dieselmachine (siehe Abbildungen 14 und 15).

5.3 Weitere Betriebe

Nicht alle Gesellschafter der Rapsöl GmbH nutzen Rapsöl als Kraftstoff. Meistens sind nur wenige Maschinen umgerüstet (1 bis 5). Das Trockenwerk Großhartmannsdorf hat zwei Claas Jaguar Häcksler mit dem eoil-System auf Rapsölkraftstoff betrieben. Nach kurzer Laufzeit kam es bei einem Häcksler aufgrund erhöhten Kraftstoffeintrages ins Schmieröl zur Polymerisation. Der Motor musste ersetzt werden und wurde mit einem 2-Tanksystem der Firma Rapstruck ausgerüstet.

Ein Betrieb betreibt drei Traktoren der Marke Case Magnum mit einem 2-Tanksystem der Firma Rapstruck. Damit wurden gute Erfahrungen gemacht. Weiterhin wird in diesem Betrieb ein Traktor Deutz und ein Häcksler mit Rapsölkraftstoff der Rapsöl GmbH betrieben.

Zwei weitere landwirtschaftliche Betriebe betreiben einige ihrer älteren Maschinen im Mischbetrieb Rapsöl- und Dieseldieselkraftstoff. Es wird ein Anteil von ca. 20 % Rapsöl eingesetzt. Bisher kam es zu keinen Störungen. Es wird aber auch von Minderleistung und höherem Wartungsaufwand der Maschinen berichtet. Der Landmaschinenhändler Nürnberger sowie weitere Umrüster können einen Mischbetrieb nicht empfehlen und geben auch keine Garantie auf diese Maschinen.

Maschinen mit hoher Auslastung und einem hohen Anteil an Vollast werden hauptsächlich auf Rapsölkraftstoff umgerüstet. Ein Häcksler benötigt z.B. allein 20.000 Liter Rapsöl im Jahr bei einem betrieblichen Gesamtbedarf von ca. 100.000 Liter Kraftstoff (OPITZ 2008).

Ein Betrieb lässt sein Rapsöl aus Großhartmannsdorf zu RME umestern und hat mit seinen damit betriebenen Maschinen gute Erfahrungen gemacht.

Alte russische Technik, ein Kirowez K 700, wurde ebenfalls auf Pflanzenöl angepasst. Dabei traten starke Probleme mit der Dichtheit der Einspritzpumpe und Einwaschungen von Kraftstoff in das Motorenöl auf. Das Umrüstsystem dieser Maschine wurde daraufhin zurückgebaut. Man sieht an diesem Beispiel, dass für den erfolgreichen Einsatz von Pflanzenöl die Maschinen in einem sehr guten technischen Zustand sein müssen, um den erhöhten Anforderungen im Rapsölbetrieb gerecht zu werden.

Ein John-Deere-Feldhäcksler 6850 wird in der Agro Produkt GmbH Leubsdorf mit Rapsölkraftstoff zur Futterernte betrieben. Er wurde mit einem 2-Tanksystem der Fa. Rapstruck umgerüstet im Jahr 2006 bei 1.400 Betriebsstunden. Es traten bisher keine Betriebsstörungen auf. Eine Maschinenbruchversicherung deckt auftretende Schäden durch den Einsatz von Rapsölkraftstoff mit ab. Der Ölwechsel wurde aus Sicherheitsgründen von 250 h auf 175 h reduziert. Die letzten drei Tage in der Ernteperiode wird die Maschine mit Diesel betrieben, um das Kraftstoffsystem zu spülen. Im Winter wird der Häcksler nicht betrieben. Im Jahr 2008 wurden durch den Häcksler 10.230 Liter Rapsöl und 1.880 Liter Diesel verbraucht. Dies entspricht einem Anteil von 15,5 % Diesel. In Leubsdorf wird die Tankstelle mit einem nicht eichfähigen Zählwerk betrieben. Ein Verkauf des Rapsölkraftstoffs erfolgt nicht. Die automatische Zapfabstaltung der Anlage ist intakt. Die Tankanlage wird zusammen mit der Anlage für Dieseldieselkraftstoff turnusmäßig aller zwei Jahre von einer Wartungsfirma überprüft.

6 Einsatz von Rapskuchen und Rapsöl in der Milchviehfütterung und Schweinemast

In Deutschland werden überwiegend importierte Eiweißfuttermittel eingesetzt (EGGERS 2009). Mit einer dezentralen Ölsaatenverarbeitung und der Produktion von Eiweiß und Kraftstoff können diese Importabhängigkeit reduziert und regionale Kreisläufe gestärkt werden.

Schon vor der Inbetriebnahme der Rapssaatenverarbeitung in der Region Freiberg wurden erste positive Erfahrungen in der Fütterung von Rapspresskuchen (PK) gesammelt. In einer Machbarkeitsstudie „Hochwertige Molkereiprodukte aus dem Erzgebirge durch gezielten Einsatz von Rapspresskuchen in der Milchkuhfütterung“ (GRÜN 2005) wurde im Jahr 2005 der Einsatz von Rapspresskuchen theoretisch und praktisch untersucht. An den Fütterungsversuchen beteiligten sich die Betriebe AG Großhartmannsdorf e.G. und die AG „Bergland“ Clausnitz e.G. Bearbeitet wurde die Studie durch die Food GmbH, Jena und Prof. Manfred Grün. Der Auftraggeber war die Trockenwerk GmbH Großhartmannsdorf, an der die jetzige Rapsöl GmbH angesiedelt ist. Die Rapskuchengabe betrug nach einer notwendigen Adaptionsperiode 1,5 bis 2,5 kg pro Kuh und Tag. In den Versuchen konnte die problemlose Einführung der Fütterung von Rapspresskuchen in den beiden Betrieben sowie die positive Beeinflussung der Milchfettqualität aufgezeigt werden. Die Milchchargen entsprachen in ihrer Fettsäurezusammensetzung dem des speziellen „Herzgut“-Sortimentes. Es wurde empfohlen, die Fütterung nicht auf das Ziel der Herstellung von funktionellen Milchprodukten abzustimmen, sondern betriebswirtschaftliche und tierphysiologische Richtlinien zu Grunde zu legen (GRÜN 2005).

Viele Landwirtschaftsbetriebe in der Region Freiberg setzen Rapskuchen in der Milchviehfütterung ein und haben damit positive Erfahrungen gemacht. Rapskuchen eignet sich sehr gut als Einweiß- und Energieträger in den Futtermischungen. Ein Teil des bisher verwendeten Sojaextraktionsschrotes (SES) konnte dadurch ersetzt werden. Die Einsatzmengen liegen dabei im Bereich zwischen 0,4 und 1 kg Rapspresskuchen (RK) pro Milchvieh und Tag. Zusätzlich werden ebenso wie in der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. Sojaextraktionsschrot (SES) und teilweise Rapsextraktionsschrot (RES) in den Rationen eingesetzt. Rapspresskuchen ersetzt in der Ration einen Teil des eingesetzten Sojaextraktionsschrotes. Den höchsten Anteil an Rapspresskuchen setzt die AG „Bergland“ mit maximal 2,27 kg/Tier und Tag ein. Die allgemeine Empfehlung für die tägliche Einsatzmenge von Rapskuchen mit 8 – 12 % Fett liegt nach SCHÖNE et al. für erwachsene Rinder zwischen 2 bis 3 kg. Ein Glucosinolatgehalt von 20 mmol/kg Rapspresskuchen stellt dabei kein Akzeptanzproblem bei der Futteraufnahme dar. Der Grenzwert für den Glucosinolatgehalt pro kg Trockenmasse Futter liegt bei 5 mmol.

Limitierend für den Einsatz von Rapspresskuchen ist der Restfettgehalt im Rapspresskuchen. Niedrige Restfettgehalte im Presskuchen bzw. ein hoher Abpressgrad sind auch für den wirtschaftlichen Betrieb einer Rapssaatenverarbeitung entscheidend. Um eine möglichst hohe Menge an Rapspresskuchen in der Fütterung einzusetzen, sind Restfettgehalte von unter 15 % TM anzustreben.



Abbildung 17: Milchviehstall der AG Burgberg Burkersdorf e.G., Standort Lichtenberg

(Foto: E. Ferchau)

Für eine exakte Fütterungsempfehlung und Rationsberechnung sind regelmäßige Analysen der Rapskuchenchargen erforderlich. Besonders die Parameter Restfett- und Glucosinolatgehalt sind dabei wichtig. Je fettreicher der Rapspresskuchen ist, desto kühler und dunkler sollte dieser gelagert werden. Bei optimaler Lagerung kann Rapspresskuchen bis zu einem halben Jahr und Rapsöl bis zu einem Jahr gelagert werden.

Die komplette Menge an Rapspresskuchen aus beiden Ölmühlen findet in der Region als Futtermittel Verwendung. In der Ölmühle der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf werden zwischen 2.700 und 3.000 Tonnen Rapspresskuchen im Jahr produziert. Dieser wird entsprechend der Liefermenge an Rapssaat von den Gesellschaftern und Lieferanten als Futtermittel wieder abgenommen. Bis auf einen Betrieb sind alle Abnehmer des Presskuchens Milchviehbetriebe. Die Schweineproduktion Burkersdorf GmbH setzt neben Rapspresskuchen auch Rapsöl als Futteröl ein. Auf diesen Betrieb wird im Punkt 6.2 detailliert eingegangen.

Es konnten keine Fütterungsempfehlungen für kaltgepressten Rapspresskuchen in der Rindermast bei den Mitgliedern des Vereins sowie in der Umgebung gefunden werden, da aus wirtschaftlichen Gründen keine Rindermast durchgeführt wird.

Durch den Einsatz eines neuartigen Verfahrens zur Rapsölreinigung mittels Tonmineralien sind keine negativen Auswirkungen auf die Verfütterung des Filterkuchens der Ölreinigung aufgetreten. In Untersuchungen der Fa. Waldland ergaben sich durch die Verfütterung einiger Tonmineralien im Filterkuchen positive Wirkungen auf die Tiergesundheit (KAISER 2009). Ein sächsischer Landwirt beobachtete bei seinem Milchvieh eine erhöhte Fruchtbarkeit, bessere Klauengesundheit und eine

höhere Milchleistung seit der Verfütterung von kaltgepresstem Rapspresskuchen (BORNSCHEIN 2009).

6.1 Rationsberechnung beim Einsatz von Rapspresskuchen in der Milchviehfütterung in der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.

Der Betrieb verfügt über eine lange Erfahrung beim Einsatz von kaltgepresstem Rapspresskuchen. Dieser unterscheidet sich von Extraktionsschrot durch seinen hohen Anteil an Restfett, welcher typischerweise in Bereichen von 12 bis 16 % TM vorliegt. Schon vor der Inbetriebnahme der eigenen Rapssaatenverarbeitung wurden erste Erfahrungen in der Fütterung von Rapspresskuchen gesammelt. Insgesamt sind die Erfahrungen positiv und eine Steigerung der Milchleistung konnte erreicht werden. Eine Erhöhung der Tiergesundheit, wie aus anderen Quellen bekannt ist (KAISER 2005, BORNSCHEIN 2009), konnte nicht berichtet werden. Die Fettsäurezusammensetzung der Milch wird durch die Rapspresskuchenverfütterung positiv beeinflusst, was aber durch die Molkereien nicht entsprechend honoriert wird.

Das Milchvieh wird je nach Laktationsphase in die Gruppen Frischmelker, 2. Laktationsdrittel - auch Mittlere Laktation genannt -, Altmelker, Vorbereiter und Trockensteher unterteilt. Der Milchviehbestand zählt insgesamt 660 Tiere. Hierbei sind die 200 Jungrinder (6. bis 12. Lebensmonat) nicht mit eingerechnet. Diese bekommen eine geringe Ration an Eiweißfutter mit 0,5 kg Rapspresskuchen pro Tier und Tag. Die Tiergruppen Frischmelker und Mittlere Laktation bekommen jeweils eine tägliche Ration von 2,27 kg Rapspresskuchen. Die Gruppe der Altmelker bekommt 1 kg und die Vorbereiter bekommen 0,8 kg Rapspresskuchen am Tag. Damit es bei den sogenannten Trockenstehern keine Entwöhnung vom Rapspresskuchen gibt, wird ein Anteil von 0,25 kg Rapspresskuchen täglich gefüttert. In Tabelle 4 sind die einzelnen Rationen der jeweiligen Milchviehgruppe geordnet dargestellt.

Der Milchviehbestand inklusive Jungrinder der AG „Bergland“ Clausnitz e.G. benötigt täglich 1.273 kg Rapspresskuchen aus der eigenen Ölsaatenverarbeitung. Der Rapspresskuchen wird bis zu acht Tagen im Futterhaus zwischengelagert. Falls es möglich ist, alternative Einweißpflanzen wie z.B. Luzerne in den hochgelegenen Flächen des Erzgebirges zu kultivieren, könnte auf den Einsatz des Importfuttermittels Sojaextraktionsschrot (SES) vollständig verzichtet werden.

Tabelle 4: Rationsberechnung Milchvieh der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.

40 kg Milch, Frischmelker

Anzahl Kühe: 220

	TS	NEL/kg TS	nXP/kg TS	kg/Kuh OS	kg/Kuh TM	NEL	nXP	ges.OS/Tag
Grassilage	36	6,20	136,00	17,00	5,28	32,74	718,08	3520,00
Maissilage	28	6,60	132,00	16,00	5,28	34,85	696,96	3520,00
Getreideschr.	89	8,00	159,00	4,60	4,90	39,16	778,31	1210,00
Sojaschr.	89	8,30	325,00	2,20	1,96	16,25	636,35	485,00
Maisschr.	62	8,40	160,00	1,30	1,34	11,21	213,60	330,00
Stroh	89	3,80	80,00	0,15	0,13	0,51	10,68	33,00
Rapskuchen	89	8,20	208,00	2,10	2,02	16,59	420,73	500,00
Heu	89	6,00	145,00	0,40	0,06	0,36	8,80	15,00
Grünmehl	89	6,10	174,00	2,30	2,23	13,57	387,15	550,00
Schnitzel	89	7,50	145,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt:					23,19	165,24	3870,65	

Fortsetzung Tabelle 4: Rationsberechnung Milchvieh der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.

30 kg Milch, 2.Laktationsdrittel

Anzahl Kühe: 220

	TS	NEL/kg TS	nXP/kg TS	kg/Kuh OS	kg/Kuh TM	NEL	nXP	ges.OS/Tag
Grassilage	36	6,20	136,00	18,00	5,28	32,74	718,08	3520,00
Maissilage	28	6,60	132,00	18,00	5,28	34,85	696,96	3520,00
Getreideschr.	89	8,00	159,00	4,00	3,56	28,48	566,04	880,00
Sojaschr.	89	8,30	325,00	1,30	1,15	9,57	374,71	285,00
Maisschr.	62	8,40	160,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Stroh	89	3,80	80,00	0,15	0,13	0,51	10,68	33,00
Rapskuchen	89	8,20	208,00	2,20	2,02	16,59	420,73	500,00
Heu	89	6,00	145,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grünmehl	89	6,10	174,00	2,30	1,96	11,97	341,40	485,00
Schnitzel	89	7,50	145,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt:					19,39	134,70	3128,59	

Fortsetzung Tabelle 4: Rationsberechnung Milchvieh der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.

20 kg Milch, Altmelker

Anzahl Kühe: 135

	TS	NEL/kg TS	nXP/kg TS	kg/Kuh OS	kg/Kuh TM	NEL	nXP	ges.OS/Tag
Grassilage	36	6,20	136,00	28,00	9,24	57,29	1256,64	3780,00
Maissilage	28	6,60	132,00	10,00	3,30	21,78	435,60	1350,00
Getreideschr.	89	8,00	159,00	1,30	1,32	10,55	209,64	200,00
Sojaschr.	89	8,30	325,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maisschr.	89	8,40	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stroh	89	3,80	80,00	0,30	0,30	1,13	23,73	45,00
Rapskuchen	89	8,20	208,00	0,55	0,89	7,30	185,12	135,00
Heu	89	6,00	145,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grünmehl	89	6,10	174,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnitzel	89	7,50	145,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					15,05	98,04	2110,74	

Fortsetzung Tabelle 4: Rationsberechnung Milchvieh der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.

Trockensteher

Anzahl Kühe: 55

	TS	NEL/kg TS	nXP/kg TS	kg/Kuh OS	kg/Kuh TM	NEL	nXP	ges.OS/Tag
Grassilage	36	6,20	136,00	17,00	5,61	34,78	762,96	935,00
Maissilage	28	6,60	132,00	6,00	1,65	10,89	217,80	275,00
Getreideschr.	89	8,00	159,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sojaschr.	89	8,30	325,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maisschr.	62	8,40	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stroh	89	3,80	80,00	2,50	2,67	10,15	213,60	165,00
Rapskuchen	89	8,20	208,00	0,22	0,23	1,86	47,12	14,00
Heu	89	6,00	145,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grünmehl	89	6,10	174,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnitzel	89	7,50	145,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt:					10,16	57,68	1241,48	

Fortsetzung Tabelle 4: Rationsberechnung Milchvieh der AG „Bergland“ Clausnitz e.G.

Vorbereiter

Anzahl Kühe: 30

	TS	NEL/kg TS	nXP/kg TS	kg/Kuh OS	kg/Kuh TM	NEL	nXP	ges.OS/Tag
Grassilage	36	6,20	136,00	11,00	3,63	22,51	493,68	330,00
Maissilage	28	6,60	132,00	8,00	2,64	17,42	348,48	240,00
Getreideschr.	89	8,00	159,00	0,80	0,89	7,12	141,51	30,00
Sojaschr.	89	8,30	325,00	0,80	0,89	7,39	289,25	30,00
Maisschr.	62	8,40	160,00	1,00	0,45	3,74	71,20	15,00
Stroh	89	3,80	80,00	1,00	0,18	0,68	14,40	6,00
Rapskuchen	89	8,20	208,00	0,80	0,72	5,90	149,76	24,00
Heu	89	6,00	145,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grünmehl	89	6,10	174,00	1,00	0,90	5,49	156,60	30,00
Schnitzel	89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt:					10,30	70,25	1664,88	

6.2 Rationsberechnung und Erfahrungen beim Einsatz von Rapspresskuchen und Rapsöl in der Schweineproduktion Burkersdorf GmbH

Die Schweineproduktion Burkersdorf GmbH ist ein auf Zucht und Mast von Schweinen sowie auf die Herstellung und Vermarktung von Fleisch- und Wurstwaren spezialisierter Betrieb. Er setzt sich zusammen aus zwei Zuchtbetrieben mit je 1.200 Sauen und einer Mastanlage mit 4.500 Läuferplätzen und 10.000 Mastplätzen. Die Zuchtanlage St. Michaelis produziert Zuchtsauen für die eigene Reproduktion und für den Verkauf. Die Zuchtanlage Langenau hat eine reine Mastläuferproduktion. Beide Anlagen liefern ihre Tiere (außer Zuchttiere) in die Mastanlage nach Burkersdorf. Außerdem werden zwei Biogasanlagen betrieben – in Burkersdorf seit 2003 und in St. Michaelis seit 2006.

Der Gesamtbetrieb besteht aus einer Mutter-GmbH und fünf Tochter-GmbH. Diese produzieren zusätzlich Feldfrüchte auf 1.300 ha Ackerfläche. Das geerntete und in großem Umfang noch zugekaufte Getreide wird in der Mühle in Burkersdorf vermahlen und über eine interne Mischanlage zu Mastfutter verarbeitet. Der Raps wird als Ackerfrucht zu 100 % an die Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf verkauft.

Die Schweineproduktion Burkersdorf ist Gesellschafter der Trockenwerk Großhartmannsdorf GmbH. In dieser GmbH entstand vor über drei Jahren der Gedanke, den angebauten Raps in der Region einem regionalen Stoffkreislauf zuzuführen. So wurde die Rapsöl GmbH gegründet und begann 2006 mit ihrer Produktion. Die Betriebe liefern ihren geernteten Raps vorwiegend nach Großhartmannsdorf, um den großen Schwankungen auf dem Preismarkt aus dem Wege gehen zu können. Im Rücklauf wird das Öl als Treibstoff für die landwirtschaftlichen Maschinen sowie Rapskuchen und Öl als Futtermittel zurückgekauft.

Die Schweineproduktion Burkersdorf arbeitet nach den Normen des QS-Siegels und wird sowohl im Tier- wie auch im Erntebereich ständig kontrolliert. Demnach dürfen nur Futtermittel aus der Positivliste in den Futterrationen der Schweine eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang ist der QS-Status der neu gegründeten Firma Voraussetzung für die gewünschte Rücknahme der Produkte als Futtermittel.

Durch die Gründung der Rapsöl GmbH erweckte der Rapskuchen als alternatives Eiweißfuttermittel zu Sojaextraktionsschrot für die Schweinemast größeres Interesse. Im Vordergrund stand eine Kosteneinsparung bei den Futterrationen, was speziell im Herbst 2007 durch die Preisexplosion von Getreide und Eiweißfuttermitteln an Bedeutung gewann. Bei Preiswürdigkeitsermittlungen konkurriert der Rapskuchen oft mit Weizen bezüglich der Energie sowie mit Sojaextraktionsschrot bezüglich des Rohproteins. In Tabelle 5 ist die Preisentwicklung dieser Futtermittel aufgeführt.

Tabelle 5: Preisentwicklung von Weizen, Sojaextraktionsschrot und Rapskuchen in €/dt (eigener Zukauf)

	Weizen	Sojaextraktionsschrot	Rapskuchen
2006	10,50	19,60	11,00 – 11,50
2007	13,00 – 23,00	20,30 – 30,00	11,00 – 14,00 (18,55)
2008	24,50 – 12,50	29,50	14,00 (19,50 – 11,00)

() Marktpreis

In der Schweinemast Burkersdorf setzte man sich mit den Besonderheiten der Rationsgestaltung auseinander und testete bereits im Voraus auf dem Markt zugekauften Rapskuchen in der Fütterung. Nach anfänglichen Bedenken waren bei den gewählten Einsatzmengen keine Auffälligkeiten im Futterverzehr zu beobachten und auch technologisch traten keine Probleme auf. Ab Juli 2006 erhielt man die erste Lieferung Rapspresskuchen von der Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf. Bei der Futterzusammensetzung sind für den Einsatz von Rapsprodukten folgende Punkte zu beachten:

- der Rohfettgehalt in Verbindung mit dem Gehalt an Polyensäuren
- der Rohproteingehalt mit einer geringeren Verdaulichkeit der Aminosäuren im Vergleich mit Sojaextraktionsschrot
- die gute Mineralstoffausstattung mit jedoch niedriger Phosphorverdaulichkeit aufgrund des hohen Anteils an Phytinphosphor
- Bitterstoffe in Form von Glucosinolaten

Bei der Rationsberechnung wurde man durch Vertreter der Mineralstofflieferanten unterstützt. Während im Trockenfutterbereich mit 5 % in der Vormast und 7 % in der Endmast begonnen wurde, reduzierte man die Einsatzmenge im Flüssigfutterbereich auf 3 % in der Vormast und 6 % in der Endmast. Die niedrigeren Mengen im Flüssigfutterbereich wurden gewählt, da sich Bitterstoffe im flüssigen Milieu stärker entfalten und bei höheren Anteilen zu Verzehrsrückgang führen könnten (siehe Tabellen 6 und 7).

Tabelle 6: Futtermischung Trockenfutter im Vormastbereich der Schweinemast Burkersdorf GmbH

Rohstoff	Anteil % OS
Weizen	30,00
Mais	10,00
Triticale	5,00
Gerste	24,00
Sojaextraktionsschrot	22,00
Rapskuchen	5,00
Sojaöl	1,00
Min. 6 % Lysin	3,00
	100,00

Tabelle 7: Futtermischung Trockenfutter im Endmastbereich der Schweinemast Burkersdorf GmbH

Rohstoff	Anteil % OS
Triticale	21,00
Gerste	52,30
Sojaextraktionsschrot	14,00
Rapskuchen	7,00
Sojaöl	0,50
Grünmehl	3,00
Mineralfutter EM	2,20
	100,00

Eckpunkte für die Futterberechnung für Schweine sind der Gehalt an MJ ME und Lysin bzw. das Lysin-Energieverhältnis.

Regelmäßige Untersuchungen des Rapskuchens lieferten die Ausgangswerte für die Qualitätsbestimmung als Futterkomponente. Im Durchschnitt ergaben sich folgende Ergebnisse nach den Untersuchungsprotokollen vom LKS Futtermittellabor Lichtenwalde (Tab. 8).

Tabelle 8: Analyseergebnisse von Rapspresskuchen der Rapsöl GmbH der Jahre 2006 bis 2008

	Je kg OS	2006	2007	2008
TS-Gehalt	g	896	895	900
Rohasche	g	58	58	61
Rohprotein	g	304	317	317
Rohfaser	g	105	109	118
Rohfett	g	134	124	125
Lysin (ber.)	g	16-18	17,7-18,6	17,5
M+C (ber.)	g	13-14,6	14,4-15,1	14,2
Threonin (ber.)	g	13,5-14,5	14,5-14,9	14,3
Calcium	g	6,3	6,9	-
Phosphor	g	9,5	11	-
umsetzbare Energie	MJ ME	13,3	13,1	13,1

Der Rohfettgehalt hat sich von 2006 zu 2007 und 2008 verringert, was sich durch einen höheren Auspressgrad ergibt. Im Gegenzug sind die anderen Inhaltsstoffe geringfügig angestiegen. Der Auspressgrad bestimmt die Energie des Rapskuchens. 5 % Differenz bewirken einen Energieunterschied von 1 MJ ME, bzw. 1 % entsprechen 0,2 MJ. Die niedrige Verdaulichkeit des Lignins in der Rohfaser ist die Ursache für relativ niedrige Energiewerte trotz hohem Rohfettgehalt. Hier stehen Werte aus Literatur und Labor allerdings nicht immer im Einklang. Es könnte sein, dass in den Veröffentlichungen die Verdaulichkeit einbezogen wurde.

Tabelle 9: Inhaltsstoffe von Rapskuchen und Sojaextraktionsschrot - anteilige Werte aus 5% Rapskuchen sowie möglicher Ersatz von Sojaextraktionsschrot (in %)

	Rapskuchen 12-15 % Rfe [g/kg]	Sojaextraktions- schrot 1-3 % Rfe [g/kg]	Vormastration 5 % RK [g/kg]	% Sojaextraktions- schrot
Rohprotein	324	441	16,2	3,7
Rohfaser	107	60	5,35	
Lysin	17	27	0,85	3,1
M+C	14	13	0,70	5,4
Threonin	14	16	0,70	4,4
verd. Lysin	13	24	0,65	2,7
verd. M+C	12	11	0,60	5,4
verd. Threonin	10	15	0,50	3,3
Phosphor	8	6	0,4	6,7
umsetzbare Energie	11,9	13,1	0,60	4,6

Wie viel Soja kann man durch den Einsatz von 5 % Rapskuchen (WEIß, SCHÖNE 2006; HERRMANN) einsparen? Hier ist der limitierende Faktor das Lysin, welcher durch die um 10 % niedrigere Verdaulichkeit gegenüber dem Lysin aus Sojaextraktionsschrot noch verstärkt wird. 5 % Rapskuchen ersetzen 3,7 % Sojaextraktionsschrot bei Rohprotein, 3,1 % bei Lysin und bei verdaulichem Lysin nur 2,7 % (s. Tab. 9).

Mit dem Einsatz eines lysinreichen Mineralfutters kann dem entgegengesteuert werden. Die Burkersdorfer Schweinemast setzt Mineralfutter mit mindestens 6 % synthetischem Lysin ein, welches zu 100 % verdaulich ist.

Der relativ hohe Phosphorgehalt ist aufgrund des hohen Anteils an Phytinphosphor nur zu etwa einem Drittel verdaulich. Wird dem Mineralfutter Phytase zugesetzt, kann das Phytat gespalten und dadurch für das Tier wirksam gemacht werden. Dadurch muss wiederum weniger mineralischer Phosphor dem Futter beigemischt werden. Finanziell gleicht sich der Enzymzusatz mit der Phosphoreinsparung fast wieder aus, außer in der Hochpreisphase wie im 2. Halbjahr 2008.

Tabelle 10: Futtermittelliste Flüssigfutter im Vormastbereich der Schweinemast Burkersdorf GmbH

Rohstoff	Anteil	Anteil	Anteil	Linolsäure	Lysin
	%OS	100% TS	88% TS	g/kg Futter	%
Weizen	13,70	18,21	16,02	1,73	0,53
Mais	3,90	5,08	4,47	0,99	0,10
Triticale	7,80	10,47	9,22	0,93	0,38
Gerste	18,70	25,25	22,22	2,40	0,82
Sojaextr.schr.	15,90	21,13	18,60	1,21	5,02
Rapskuchen	2,30	3,16	2,78	0,84	0,43
Min.Vormast	2,00	2,96	2,61		0,16
Min.Endmast					
Rapsöl	0,90	1,37	1,21	1,79 (4,81)	
Brotmehl	3,90	5,08	4,47		
Bierhefe frisch	17,10	2,93	2,57		0,79
Sauermolkkonz.	8,00	3,26	2,87		0,22
Kart. dämpfsch.	5,80	1,09	0,96		0,04
	100,00	99,99	88,00		

Die Bitterstoffe in Form von Glucosinolaten sind in den heutigen Rapsorten nicht mehr so hoch wie früher, haben aber auch bei 00-Sorten eine relativ große Streubreite. Sie bleiben im Kaltpressverfahren und damit im Rapskuchen erhalten. Nach Literaturangaben wurden bei Gehalten von 9 - 17 % Rohfett Werte von 15 - 29 mmol je kg TM (x 22,1) ermittelt. Eine von der Schweinemast in

Auftrag gegebene Probe des Großhartmannsdorfer Rapspresskuchens ergab bei 14 % Rohfettgehalt in der TM 12 mmol je kg TM Glucosinolat. Mit dieser einen Probe kennt man allerdings die tatsächliche Schwankungsbreite nicht. Unregelmäßigkeiten in der Futterraufnahme allein auf den Einsatz von Rapskuchen zurückzuführen wäre sehr vage, da eine Vielzahl von Faktoren den Futterverzehr beeinflussen kann und keine exakte Versuchsanstellung unter diesem Thema angeschoben wurde. Mit dem Einsatz von Rapskuchen kamen in den Burkersdorfer Futterrationen zeitgleich auch andere Komponenten neu dazu, so die Kartoffeldämpfschalen und ein Wechsel von Permeatmolke zu Getreideschlempe und umgekehrt wieder zu Molkenkonzentrat je nach Verfügbarkeit.

Da Tiere verschiedener Genetiken mit dem gleichen Futter gefüttert werden müssen, ist es schwierig, differenzierte Leistungen bestimmten Ausgangsfaktoren zuzuordnen.

Tabelle 11: Futterration Flüssigfutter im Endmastbereich der Schweinemast Burkersdorf GmbH

Rohstoff	Anteil	Anteil	Anteil
	%OS	100% TS	88% TS
Weizen	8,00	12,24	10,78
Mais			
Triticale	11,30	17,25	15,18
Gerste	24,50	37,61	33,09
Sojaextr.schr.	7,20	11,00	9,68
Rapskuchen	4,00	6,32	5,56
Min.Vormast			
Min.Endmast	1,00	1,70	1,50
Sojaöl			
Grünmehl	1,00	1,66	1,46
Bierhefe frisch	25,00	4,92	4,33
Sauermolkkonz.	13,50	6,33	5,57
Kart.dämpfsch.	4,50	0,97	0,85
	100,00	100,00	88,00

Außer Rapskuchen wird in den Futterrationen auch Öl als Energiekomponente eingesetzt. Da das Rapsöl oftmals teurer als das Sojaöl war, bekam Sojaöl meist den Vorzug. Festzustellen ist, dass Sojaöl 1:1 durch Rapsöl substituiert werden kann. Das Rapsöl wird in der Vormast mit 1 % und in der Endmast mit 0,5 % in der Ration eingesetzt.

Tabelle 12: Bezugspreise für Futteröl in € je dt (betriebsbezogen)

	Rapsöl	Sojaöl
2006	>65	55 – 57
2007	63 (88,50)	55 – 57
2008	75 – 90 (98,-)	ab Okt. 82,-

() durchschnittliche Marktpreise

Die Einsatzhöhe von Öl ist abhängig von den anderen fettreichen Futterkomponenten. Fette enthalten mehr oder weniger ungesättigte Fettsäuren.

So beinhaltet Sojaöl den doppelten Anteil an Polyensäuren von ca. 55 % gegenüber Rapsöl mit ca. 27 %. Mais hat mit ca. 2,3 % Polyensäuren den doppelten Anteil gegenüber anderen Getreidearten. Die Ration ist entsprechend auszubalanzieren, dass maximal 18 - 21 g je kg Futter (88 % TS) errechnet werden. In dieser Höhe dürfte der Polyensäuregehalt des Rückenspecks nicht negativ beeinflusst werden. Die Polyensäuren werden im Depotfett angereichert. Ihre Konzentration ist im Rückenspeck besonders hoch. Werden zuviel ungesättigte Fettsäuren mit dem Futter verabreicht, würde dies zu einer weichen Konsistenz des Fettes im Tier führen und damit die Qualität für die Verarbeitung negativ beeinflussen.

Spezielle Qualitätsfleischprogramme, z. B. das Senfterprogramm, begrenzen den Linolsäuregehalt im Futter noch mehr. Findet man bei Kontrollen höhere Werte, wird man vom Programm ausgeschlossen.

Unter Beachtung der vorher genannten Faktoren wurde seit 2006 das Futter für die Tiere der Schweinemast Burkersdorf zubereitet. Der Rapskuchen wie auch das Öl werden immer frisch zugekauft, sodass es zu keiner längeren Lagerung kommt.

Auf Grund differenzierter Genetik in unserer Anlage gibt es keine gezielten Aussagen zu leistungsmäßigen Veränderungen. Es gibt immer ein Zusammenspiel von Futter, Lüftung, Witterung, Krankheitsgeschehen und Genetik. Außerdem gab es in den letzten Jahren auch unterschiedliche Anpaarungsversuche mit Endstufenebern verschiedener Rassen.

Die Mitarbeiter der Schweinemast versuchen, alle dargestellten Erkenntnisse in die Fütterungsstrategie einzubauen und wiegen dabei die Vor- und Nachteile gegeneinander ab. Dabei wurden gute Ergebnisse erzielt, was sowohl die MTZ, das Fleischmaß und Speckmaß betrifft. MTZ ist die Masttagszunahme in g und beschreibt, wie viel ein Schwein an jedem Tag, an dem es im Maststall steht, an Körpergewicht zunimmt. Eine der wichtigsten Voraussetzungen zum Einsatz von Rapskuchen war allerdings, dass es sich um eine zertifizierte Komponente handeln muss, damit das Endprodukt Schlachtschwein allen Anforderungen des Marktes entspricht.

7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Auf Grund der Änderung politischer und gesetzlicher Rahmenbedingungen ist die Frage nach der Wirtschaftlichkeit der Rapsölproduktion und des Rapsöleinsatzes in den Vordergrund gerückt. Mit der schrittweisen Absenkung der Steuerbegünstigung für Rapsölkraftstoffe bis Ende 2011 (Energiesteuergesetz) haben sich die Bedingungen für die Rapssaatverarbeitung drastisch verschlechtert.

Im Projektzeitraum wurde ein Microsoft-Excel-basiertes Kalkulationsmodell entwickelt, welches eine ökonomische Bewertung der gesamten Prozesskette ermöglicht (Abb. 18).



Abbildung 18: Ansicht des Kalkulationsmodells

Das Kalkulationsmodell soll Praktikern und Interessierten die Möglichkeit geben, unter Nutzung von Praxis- und Literaturdaten und durch Festlegung variabler Ausgangsgrößen betriebswirtschaftliche Kennzahlen zum Rapsanbau, der dezentralen Ölsaatenverarbeitung, des Pflanzenöleinsatzes in Schleppern und BHKW sowie der Nutzung des Koppelprodukts Rapspresskuchen in der Rinder- und Schweinefütterung zu erhalten und als betriebswirtschaftliche Entscheidungshilfe zu nutzen. Dabei ist eine hohe Vielzahl von Varianten darstellbar.

Die Verfahrensschritte vom Anbau über die Verarbeitung bis hin zu den unterschiedlichen Nutzungsoptionen sowie eine Gesamtübersicht sind in einzelnen benannten Tabellenblättern zusammengestellt. Felder für variable Eingangsgrößen sind gelb gekennzeichnet und können mit eigenen Daten ergänzt bzw. verändert werden.

Die ökonomische Betrachtung erfolgt mittels eines statistischen Verfahrens der Investitionsrechnung (Gewinnvergleichsrechnung). Es können auch einzelne Teilbereiche betrachtet werden.

In den verschiedenen Tabellenblättern bestehen folgende Berechnungsmöglichkeiten:

Anbau

Anbau von Raps:

- Anbau- und Ertragsparameter (Anbaufläche, Ertrag)
- Kosten (Anbau, Trocknung, Lagerung, Transport)
- Erlöse und Leistungen (Flächenprämie, Verkauf Rapssaat)
- Ergebnis (Wirtschaftlichkeit des Anbaues, Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung, Gewinn/Verlust)

Pressung

Pressung - Technische Verarbeitung der Rapssaat:

- Leistungsparameter (Verarbeitungskapazität, Durchsatz)
- Verarbeitungsqualitäten (Ölausbeute, Mengen und Qualität von Rapsöl, Filterkuchen u. Presskuchen, Abpressgrad)
- Kosten der technischen Verarbeitung (Investition, variable Kosten der Verarbeitung ohne Rapssaatkosten)

**Verarbeitung
gesamt**

Verarbeitung gesamt:

- Ertragsparameter (Rapssaat, Rapsöl, Presskuchen)
- Kosten (Rapssaat, Pressung)
- Erlöse (Verkauf Rapsöl und Presskuchen)
- Ergebnis (Wirtschaftlichkeit der Verarbeitung)

**Fütterung
Rind**

Einsatz von Rapspresskuchen in der Rinderfütterung:

- Futterwert
- Rationsberechnung

**Fütterung
Schwein**

Einsatz von Rapspresskuchen und Rapsöl in der Schweinefütterung:

- Futterwert Rapspresskuchen
- Rationsberechnung

Treibstoff

Einsatz von Rapsöl in Traktoren:

- Kraftstoffpreise (Rapsöl, Diesel)
- Kosten (Ölwechsel, Umrüstung, Tankanlage)
- Betrachtung Fahrzeugflotte (Kosten, Gewinne, Amortisationszeiten)
- Ergebnis (Gewinn, Kraftstoffbedarf)

BHKW

Einsatz von Rapsöl in einem Pflanzenöl-BHKW:

- Leistungsparameter BHKW
- Kosten (Investition, variable Kosten)
- Stromeinspeisevergütung nach EEG 2009
- Ergebnis (Wärmegestehungskosten, maximaler Rapsölpreis)

Übersicht

Zusammenfassung der Ergebnisse:

- Ergebnisse des Anbaues und der Verarbeitung sowie der Nutzungsoptionen für Rapsöl und Presskuchen (Einsatz Fütterung, Treibstoff, BHKW) im Überblick

Am Anfang der Berechnung steht der Anbau des Winterrapses. Die Wirtschaftlichkeit ist hier maßgeblich von den Kosten des Anbauverfahrens, dem erzielbaren Ertrag, der Rapssaatqualität und den Erlösen für die Rapssaat abhängig (Bsp. in Abb. 19).

In den letzten Jahren konnte insgesamt mit dem Anbau und dem Verkauf von Winterraps ein gutes Betriebsergebnis erzielt werden. Auch im Jahr 2009 ist trotz fallender Preise auf Grund hoher Erträge, guter Qualitäten sowie einer ausreichenden Nachfrage mit einem guten Ergebnis zu rechnen (UFOP 2009).

Die Kosten der Rapssaatverarbeitung sind von den Leistungsparametern der Anlage, der Verarbeitungsqualitäten und des Abpressgrades sowie den Kosten abhängig (siehe Bsp. in Abb. 19). Die Gesamtkosten für die Rapssaatverarbeitung setzen sich aus den Investitionskosten für die Anlage sowie den variablen Kosten für den laufenden Betrieb der Anlage zusammen. Daneben entstehen Kosten für eine eventuell notwendige zusätzliche Reinigung des Öls, für die chemische Analyse des Öls bzw. der Rapssaat und für die Lagerung der Ausgangs- und Endprodukte.

Bei der Angabe der fixen und variablen Kosten kann auf Beispielkosten nach KTBL Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/2007 zurückgegriffen werden, sollten eigene Betriebsdaten/Kosten nicht vorliegen. Allerdings wurden die Kosten nach KTBL hier relativ niedrig angesetzt, Gebäudekosten wurden nicht berücksichtigt.

Des Weiteren gehen die Kosten für die Rapssaat sowie die Erlöse aus dem Verkauf des Rapsöls und des Presskuchens in die Berechnung ein (Abb. 21). Hier sind bei der innerbetrieblichen Verarbeitung die Kosten für die Rapssaat in Höhe des am Markt erzielbaren Preises zu berücksichtigen. Das Ergebnis der Verarbeitung würde sich bei sinkenden Rapssaatpreisen deutlich verbessern, vorausgesetzt, es könnten dann immer noch gute Preise für das Öl sowie den Presskuchen erzielt werden und diese würden auch im benötigten Maße nachgefragt.

Der bei der Verarbeitung der Rapssaat entstehende Presskuchen sollte unbedingt einer Nutzung zugeführt bzw. am Markt verkauft werden. Das Kalkulationsmodell ermöglicht die Berechnung der maximal einsetzbaren Rapskuchenmenge in der Gesamtration sowie der benötigten Jahresmenge. Limitierende Faktoren des Einsatzes von Rapspresskuchen und Rapsöl wie Fett- und Glucosinolatgehalt werden in der Berechnung berücksichtigt. Über die Bestimmung des Futterwertes kann zudem der Nutzen des Rapskucheneinsatzes im Vergleich zu anderen Futtermitteln wie Sojaschrot oder Getreide ermittelt werden (Bsp. in Abb. 22 und 23).

Im Kalkulationsmodell wird durchgängig mit Marktpreisen gerechnet. Wenn innerbetriebliche Preise als Kalkulationsbasis angesetzt würden, käme es zur Bevorteilung einzelner Teilbereiche. Als Beispiel kann man das Hauptprodukt der Ölsaatenverarbeitung, den erzeugten Rapspresskuchen, betrachten. Bei der Verarbeitung von Raps ergibt sich ein bestimmter Preis für den Kuchen. Dieser

Preis kann z.B. je nach Marktpreis der durch den Rapspresskuchen substituierten Futtermittel für die Milchviehfütterung niedriger liegen als dieser vom Futterwert des Rapskuchens. Damit würde man das Betriebsergebnis für die Rapsverarbeitung zu Kosten der Milcherzeugung günstiger erscheinen lassen.

Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Rapsölkraftstoff in Transportfahrzeugen können zehn Maschinen berechnet und verglichen werden (siehe Bsp. in Abb. 24). Die derzeitige Entlastung von 10.000 Liter bei der Besteuerung von Agrardiesel wird nicht berücksichtigt, da es sich in unserem Projekt um größere zu bewirtschaftende Flächen in den entsprechenden Betrieben handelt. Da üblicherweise nicht alle Maschinen auf Rapsölkraftstoff umgebaut werden (je nach Arbeitsintensität und Einsatzprofil) und einige Maschinen im 2-Tankverfahren betrieben werden, können die steuerbegünstigten Liter Dieselmotoren ohne Probleme im Betrieb verbraucht werden. Kleine Betriebe müssen dementsprechend bei den Kosten für Diesel evtl. die unterschiedliche Besteuerung von Agrardiesel berücksichtigen.

Aufgrund der geringeren Verdampfung von Rapsölkraftstoff aus dem Motorenöl muss das Intervall zum Wechsel des Motorenöles in der Regel halbiert werden. Für diesen häufigeren Ölwechsel wird in den untersuchten Betrieben ein kostengünstigeres Motorenöl eingesetzt. Dies kann im Modell entsprechend eingetragen werden. Die Entwicklung neuer Pflanzenölmotoren für Rapsölkraftstoff wie z.B. bei der Firma John Deere hat das Ziel, die gleichen Ölwechselintervalle wie im Dieselmotor zu erreichen.

Die Errichtung von Tankstellen für Biokraftstoffe wird derzeit nicht mehr gefördert. Ergeben sich auf diesem Feld aktuelle Änderungen, müssen diese entsprechend berücksichtigt werden.

Der niedrigere Heizwert von Rapsölkraftstoff sowie eine Abschreibung von sechs Jahren der Umrüstkosten sind in der Kalkulation zum Treibstoffeinsatz berücksichtigt. Für die einzelnen Maschinen können die Amortisationszeit (Umrüstung) und der Gewinn/Verlust im Vergleich zum Dieseleinsatz berechnet werden. Zudem wird der Jahresbedarf an Rapsöl für den Maschinenpark ermittelt.

Die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Rapsöl im BHKW ist abhängig vom Kraftstoffpreis, den fixen und variablen Kosten der Anlage sowie den Erlösen (Abb. 25). Der durch das BHKW erzeugte Strom wird im Rahmen der im EEG festgelegten Vergütungssätze vergütet.

Für die Ermittlung der Investitionskosten steht eine Formel nach dem TFZ Straubing zur Verfügung. Ebenso werden im Kalkulationsmodell Prozentsätze für die variablen Kosten als Hilfestellung gegeben. Eventuelle Anlagenförderungen aus Landesprogrammen müssen von den Investitionskosten abgezogen werden.

An Hand des Inbetriebnahmejahres sowie verschiedener Leistungsparameter wird die Gesamtvergütung für den erzeugten Strom berechnet. Die dann noch verbleibenden Wärmegestehungskosten sind mit dem derzeitigen Wärmepreis zu vergleichen. Das Ergebnis gibt an, ob die Wärmeerzeugung über ein mit Pflanzenöl betriebenes BHKW günstiger ist als der derzeitige Wärmepreis. Zudem wird der für die Wirtschaftlichkeit erforderliche maximale Rapsölpreis ausgewiesen.

In der Zusammenfassung werden dann die Berechnungsgrundlagen, das heißt die wichtigsten Grundparameter, die eingegebenen Preise und das Ergebnis für die einzelnen Teilbereiche dargestellt (siehe Bsp. in Abb. 26).

Die Aussagefähigkeit der Berechnungen im Kalkulationsmodell ist abhängig von der sorgfältigen Auswahl der Eingabedaten, der realistischen Einschätzung der betriebseigenen Kosten und Erlöse sowie der fachlichen Bewertung der Ergebnisse. Daher sollten die Ergebnisse mit Literaturdaten wie z. B. den angegebenen Quellen verglichen werden, um ihre Richtigkeit zu überprüfen.

ANBAU VON WINTERRAPS																																												
ANBAU/ ERTRAGSPARAMETER																																												
Anbauumfang (gesamt)	250,0 ha/Jahr																																											
Ertrag	38,0 dt FM/ha																																											
	950 t FM/Jahr u. Anbauumfang																																											
Ölgehalt	40% i. d. FM																																											
KOSTEN - Anbauverfahren und Transport																																												
Die Gesamtkosten für die Produktion der Rapssaat setzt sich aus den variablen und fixen Produktionskosten sowie den Gemeinkosten zusammen. Im Folgenden kann zwischen der Eingabe eigener Betriebsdaten und der Übernahme allgemein erhobener Beispielskosten bei der Kostenberechnung nach KTBL Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/2007 (Tabelle 1) gewählt werden. Bei den angegebenen Beispielskosten kann zwischen vier verschiedenen Anbausystemen und drei durchschnittlichen Schlaggrößen entschieden werden.																																												
Tabelle 1: Beispiel-Kostenrechnung Rapssaat-Anbau nach KTBL Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/2007																																												
Lohnansatz	12 Euro/Akh																																											
Anbausystem	1			2			3			4																																		
	konventionell; wendend mit gezogene Saatbettbereitung			konventionell; Direktsaat			konventionell; nicht wendend mit Kreiseleggensaat			ökologisch; wendend mit gezogene Saatbettbereitung																																		
Schlaggröße	1 ha	5 ha	20 ha	1 ha	5 ha	20 ha	1 ha	5 ha	20 ha	1 ha	5 ha	20 ha																																
Variable Kosten [Euro/ha]																																												
Direktkosten	335	335	335	351	351	351	335	335	335	107	107	107																																
variable Maschinenkosten	198	164	150	129	89	80	179	150	140	232	191	176																																
Summe variable Kosten	532	499	485	480	439	431	514	485	475	339	298	282																																
Fixe Kosten [Euro/ha]																																												
Arbeit	148	77	53	69	45	31	132	70	47	181	90	61																																
Techn. Einrichtungen, Maschinen	201	191	181	152	157	141	187	176	161	210	191	185																																
Summe fixe Kosten	349	268	234	222	202	172	320	246	207	390	280	246																																
Produktionskosten [Euro/ha]	882	768	718	701	641	603	833	731	682	729	578	528																																
Gemeinkosten (ohne Fläche)	215	186	160	215	186	160	215	186	160	215	186	160																																
Flächenkosten (Pacht)	163	163	163	163	163	163	163	163	163	136	136	136																																
Vollkosten [Euro/ha]	1.260	1.117	1.041	1.079	990	926	1.211	1.080	1.005	1.080	900	824																																
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Eigene Betriebsdaten</i></p> <p>↓</p> <table border="1"> <tr><td>Produktionskosten Anbau</td><td>850 Euro/ha</td></tr> <tr><td>Gemein- u. Flächenkosten</td><td>320 Euro/ha</td></tr> <tr><td>Trocknung u. Lagerung</td><td>50 Euro/ha</td></tr> <tr><td>Transportkosten zur Ölmühle (inkl. Be- und Entladen)</td><td>0 Euro/ha</td></tr> <tr><td>Summe Kosten</td><td>305.000 Euro/Jahr</td></tr> <tr><td></td><td>1.220,0 Euro/ha</td></tr> <tr><td></td><td>32,1 Euro/dt</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p>oder →</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Kostenberechnung nach KTBL Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/2007</i></p> <p>↓</p> <table border="1"> <tr><td>Anbausystem [Nr.]</td><td>0 <i>Eigene Betriebsdaten</i></td></tr> <tr><td>durchschnittl. Schlaggröße (1 ha, 5 ha, 20 ha)</td><td>0 ha</td></tr> <tr><td>Produktionskosten Anbau</td><td>0 Euro/ha</td></tr> <tr><td>Gemein- u. Flächenkosten</td><td>0 Euro/ha</td></tr> <tr><td>Trocknung u. Lagerung</td><td>0 Euro/ha</td></tr> <tr><td>Transportkosten zur Ölmühle (inkl. Be- und Entladen)</td><td>0 Euro/ha</td></tr> <tr><td>Summe Kosten</td><td>0 Euro/Jahr</td></tr> <tr><td></td><td>0,0 Euro/ha</td></tr> <tr><td></td><td>0,0 Euro/dt</td></tr> </table> </div> </div>													Produktionskosten Anbau	850 Euro/ha	Gemein- u. Flächenkosten	320 Euro/ha	Trocknung u. Lagerung	50 Euro/ha	Transportkosten zur Ölmühle (inkl. Be- und Entladen)	0 Euro/ha	Summe Kosten	305.000 Euro/Jahr		1.220,0 Euro/ha		32,1 Euro/dt	Anbausystem [Nr.]	0 <i>Eigene Betriebsdaten</i>	durchschnittl. Schlaggröße (1 ha, 5 ha, 20 ha)	0 ha	Produktionskosten Anbau	0 Euro/ha	Gemein- u. Flächenkosten	0 Euro/ha	Trocknung u. Lagerung	0 Euro/ha	Transportkosten zur Ölmühle (inkl. Be- und Entladen)	0 Euro/ha	Summe Kosten	0 Euro/Jahr		0,0 Euro/ha		0,0 Euro/dt
Produktionskosten Anbau	850 Euro/ha																																											
Gemein- u. Flächenkosten	320 Euro/ha																																											
Trocknung u. Lagerung	50 Euro/ha																																											
Transportkosten zur Ölmühle (inkl. Be- und Entladen)	0 Euro/ha																																											
Summe Kosten	305.000 Euro/Jahr																																											
	1.220,0 Euro/ha																																											
	32,1 Euro/dt																																											
Anbausystem [Nr.]	0 <i>Eigene Betriebsdaten</i>																																											
durchschnittl. Schlaggröße (1 ha, 5 ha, 20 ha)	0 ha																																											
Produktionskosten Anbau	0 Euro/ha																																											
Gemein- u. Flächenkosten	0 Euro/ha																																											
Trocknung u. Lagerung	0 Euro/ha																																											
Transportkosten zur Ölmühle (inkl. Be- und Entladen)	0 Euro/ha																																											
Summe Kosten	0 Euro/Jahr																																											
	0,0 Euro/ha																																											
	0,0 Euro/dt																																											
ERLÖSE/ LEISTUNGEN																																												
Die erzielbaren Leistungen/Erlöse werden vom Marktpreis, eventueller Qualitätszu-/abschläge sowie auch durch staatliche Zuwendungen wie der einheitlichen Flächenprämie bestimmt.																																												
Grundpreis	24,3 Euro/dt	→ Standardware: Besatz < 2%, Feuchte < 9%; aktueller Marktpreis unter www.ufop.de																																										
Qualitätszuschlag	0,0 Euro/dt	→ 1,5 % je % Ölgehalt > 40 % i. d. OS																																										
Erlös Rapssaatverkauf	24,3 Euro/dt																																											
	923 Euro/ha																																											
Sonstige Leistungen/ Zahlungsansprüche	336 Euro/ha	→ z. B. Flächenprämie, Energiepflanzenprämie																																										
Summe Leistungen	314.850 Euro/Jahr	→ Leistung bei Verkauf der gesamten Rapssaat-/ernte																																										
	1.259,4 Euro/ha																																											
	33,1 Euro/dt																																											
ERGEBNIS - GEWINN/VERLUST																																												
Zur Berechnung des Ergebnisses werden zum einen der Gewinn bzw. Verlust unter Berücksichtigung aller Kosten und Leistungen und zum anderen die Direkt- und arbeits erledigungskostenfreie Leistung (DAL), welche die Flächen- und Gemeinkosten sowie eventuelle Zahlungsansprüche nicht berücksichtigt, ausgewiesen.																																												
→ <i>Eigene Betriebsdaten</i>																																												
Direkt- und arbeits-erledigungskostenfreie Leistung (DAL)	5,850 Euro/Jahr	→ Bei Berechnung DAL wird davon ausgegangen, dass die Gemein- u. Flächenkosten durch die staatlichen Zuzahlungen (Flächenprämie) gedeckt werden. Gemein-, Flächenkosten und Zuzahlungen wurden nicht berücksichtigt!																																										
	23,4 Euro/ha																																											
	0,6 Euro/dt Raps																																											
Gewinn/ Verlust	9,850 Euro/Jahr	→ Bei der Gewinn/Verlust-Rechnung werden alle Kosten und Leistungen berücksichtigt.																																										
	39,4 Euro/ha																																											
	1,0 Euro/dt Raps																																											

Abbildung 19: Beispielrechnung Tabellenblatt „Anbau“

Pressung			
Im Folgenden werden ausschließlich die Kosten für den Verarbeitungsprozess betrachtet. Kosten der Rapssaat sowie Erlöse werden noch nicht berücksichtigt.			
LEISTUNGSPARAMETER			
Verarbeitungskapazität	1.000 t Rapssaat/a	→	Auslegung der Verarbeitungsanlage = Verarbeitungskapazität
Durchsatz	125 kg/h 3000 kg/d		
Rapssaaterarbeitung	950 t FM Raps/a	→	Tatsächliche verarbeitete Rapssaatmenge = Verarbeitungsmenge
Betriebsstunden	7.600 h/a	→	Berechnet aus Durchsatz pro Stunde u. Rapssaatmenge pro Jahr
VERARBEITUNGSQUALITÄTEN			
Rapssaat			
Ölgehalt Rapssaat	43,0 % i.d.FM	→	Ölgehalt zur Pressung (nach Reinigung, Trocknung + Kühlung)
Wassergehalt	7 %	→	Saatfeuchtegehalt zur Pressung
Ölgehalt Rapssaat	46,2 % i.d.TM		
Rapsöl			
Ölausbeute/ Rohölmenge	36,0 %		
Ölproduktion			
	pro Stunde	pro Jahr	pro Tag
	45,00 kg Öl/h	342.000 kg Öl/a	1080 kg Öl/d
	48,91 l/h	371.739 l/a	1174 l/d
Filterkuchen			
Anfallende Menge	1,7 kg FM/dt Rapssaat	→	Menge und Rohfettgehalt des Rapspresskuchens errechnen sich aus den Mengen- und Qualitätsparametern von Rapssaat,
Wassergehalt	4,7 %		Berechnete Mengenrelationen
Ölgehalt	41,2 % i.d.FM		
Rapskuchen			
Menge	62,3 kg FM/dt Rapssaat		
Wassergehalt	11,1 %		
Rohfettgehalt	10,2 % i.d. FM		
	11,4 % i.d. TM		
Abpressgrad APG)			
	85,0 %	→	Anteil des gewonnenen Öls am Ölgehalt der eingesetzten Saat (Widmann 1994)
KOSTEN			
Die Gesamtkosten der Rapssaaterarbeitung setzen sich aus den Investitionskosten sowie den variablen Kosten für den laufenden Betrieb zusammen. Daneben können Kosten für die Zusatzreinigungen des Öls, chem. Analyse des Öls bzw. der Rapssaat und Lagerung der Ausgangs- u. Endprodukte entstehen.			
Investitionsbedarf - Fixe Kosten (inkl. Installation)			
Zinssatz	6,0 %		
Versicherung	0,5 % der Gesamtinvestition		
	Investition	ND	AfA
	Euro	Jahre	Euro/a
			kalk. Zins [Euro/a]
			Versicherung [Euro/a]
Gebäude	35.000	20	1.750
Förderanlagen	20.000	10	2.000
Ölpresse	42.000	10	4.200
Filtration	65.000	10	6.500
Tankanlage	20.000	20	1.000
Sonstiges	0	0	0
Summen:	182.000		15.450
			5.460
			910
	€/a	€/dt Saat	cent/l Öl
Summe fixe Kosten	21.820	2,3	5,87
Variable Kosten			
Elektroenergie:			
	8,00 kW		
Preis	0,11 Euro/kWh		
Kosten	6.688 Euro/Jahr		
tägliche Bedienung:			
Lohnansatz	12,00 Euro/Akh		
Bedienung Ölpresse	1,90 AKh/Tag		
	7.220 Euro/a		
Raps-Befüllung	4,00 Akh&Mh/Woche		
Maschinenkosten	8,00 Euro/Mh		
	3.619 Euro/a		
Grundinstandsetzung:			
	40,00 Akh/Jahr		
	480 Euro/a		
Unterhaltung:			
	2,60 % d. Gesamtinvestition		
	4.732 Euro/a		
	€/a	€/dt Saat	cent/l Öl
Summe variable Kosten	22.739	2,4	6,1
Sonstige Kosten			
Trocknung Rapssaat	0 Euro/a	→	zusätzliche Trocknungskosten zu Blatt "Anbau" bzw. für zugekaufte Rapssaat
Zusatzreinigung Öl	16.000 Euro/a	→	mind. eine Probe pro Quartal für Zoll-Nachweis für Tauglichkeit als Biokraftstoff, ca. je 145 Euro/Probe
Chemische Analysen	1.500 Euro/a		
Lagerung	8.000 Euro/a		
Verarbeitungskosten (ohne Rapssaatkosten)	70.059 Euro/Jahr		
	7,37 Euro/dt Raps		
	18,85 cent/l Öl		

Abbildung 20: Beispielrechnung Tabellenblatt „Pressen“

VERARBEITUNG gesamt									
ERTRAGSPARAMETER									
Daten werden zum Teil aus den Datenblättern "Anbau", "Verarbeitung" übernommen!									
Rapssaat			Rapsöl			Presskuchen			
Verarbeitungs menge	9.500	dt/Jahr	Ol-Ausbeute	36	kg/dt Rapssaat	Presskuchen-Anfall	62,3	kg/dt Rapssaat	
(aus Blatt "Anbau")			Ol-Ertrag	371.739	l/Jahr	Presskuchen-Ertrag	5.919	dt/Jahr	
Erzeugerpreis	24,30	Euro/dt	Erzeugerpreis	0,57	€/l	Erzeugerpreis	19,00	Euro/dt	
kalkulatorischer Zinssatz	6,00	%	→ Verzinsung der selbsterzeugten Rapssaat über durchschnittlich 6 Monat						
kalkulatorische Verzinsung	0,73	Euro/dt							
Großhandelspreis	25,60	Euro/dt							
KOSTEN									
Kosten	Menge		Kosten		Euro/dt		ct/l		
	%	dt/Jahr	Euro/Jahr	Rapssaat	Rapsöl				
Rapssaat:									
aus Anbau	100	9.500	237.785	25,03	63,97	→ Bewertung der Rapssaat zum Erzeugerpreis + kalkulatorische Verzinsung			
Zukauf	0	0	0	25,60	0,00	→ Kosten aus der eigenen Verarbeitung			
Verarbeitung		9.500	70.059	7,37	18,85				
Gesamtkosten			307.844	32,40	82,81				
Gesamtkosten bei 100% Zukauf			313.259	32,97	84,27				
ERLÖSE									
Presskuchenerlös	Menge		Erlöse		Euro/dt		ct/l		
	%	dt/Jahr	Euro/Jahr	Rapssaat	Rapsöl				
Presskuchen	Verkauf	100	5.919	112.452	11,84	30,25			
Rapsölerlös	Menge		Erlöse		Euro/dt		ct/l		
	%	l/Jahr	Euro/Jahr	Rapssaat	Rapsöl				
	Verkauf	100	371.739	211.891	22,30	57,00			
Gesamterlös			324.343	34,14	87,25				
ERGEBNIS - GEWINN-VERLUST									
Verarbeitung (ohne Ergebnis aus dem Rapssaatanbau)	Ergebnis		Euro/Jahr		Euro/dt		ct/l		
			16.499	1,74	4,44	→ Innerbetriebliches Ergebnis Verarbeitung. Für den Rapssaatanbau wurden Kosten in Höhe des Verkaufserlöses (Erzeugerpreis) zzgl. kalkulatorischer Verzinsung berücksichtigt. Innerbetrieblich wurde damit der Anbau vergütet als ob die Saat verkauft worden wäre.			
Anbau	Euro/Jahr		Euro/dt		→ Daten aus Blatt "Anbau" übernommen				
		9.850		1,04					
Anbau & Verarbeitung	Euro/Jahr		Euro/dt						
		26.349		2,77					
Verarbeitung bei 100 % Zukauf	Ergebnis		Euro/Jahr		Euro/dt		ct/l		
			11.084	1,17	2,98	→ Gesamtergebnis Verarbeitung bei 100% Rapssaatzukauf. Die Rapssaat wird zu 100 % zum Großhandelspreis eingekauft. Die im Blatt "Anbau" ermittelten Kosten, Erlöse und Gewinne wurden nicht in die Berechnung einbezogen.			

Abbildung 21: Beispielrechnung Tabellenblatt „Verarbeitung“

Einsatz von Rapspresskuchen in der Rinderfütterung							
ERTRAGS- und QUALITÄTSPARAMETER							
Rapskuchen							
Menge	592 t FM/Jahr	→ Daten werden aus Blatt Verarbeitung übernommen					
	62,3 kg/dt Rapssaar						
TM-Gehalt	88,9 %						
Rohfettgehalt	10,2 % i. d. FM						
	11,4 % i. d. TM						
Glucosinolatgehalt	25,0 mmol/kg TM						
Rohproteingehalt	29,0 % i. d. TM						
Grenzwerte bei der Rinderfütterung							
Rapsöl in Gesamtration	400,0 g	→ Rapsöl ist begrenzender Faktor bei Rationsberechnung					
Glucosinolatgehalt	5,0 mmol Glucosinolat/kg TM Futter						
Gesamtration	21,0 kg TM/d						
Berechneter maximaler Anteil Rapskuchen in der Gesamtration							
Max. Rapskuchenanteil	16,7 % i. d. Gesamtration						
Rapskuchen max.	3,9 kg FM/d						
	3,5 kg TM/d						
Glucosinolat in der Einsatzmenge	4,17 mmol Glucosinolat/kg TM Futter						
FUTTERWERTERMITTLUNG							
Im Folgenden erfolgt für das Futtermittel Rapskuchen die Ermittlung des monetären Futterwertes entsprechend der Methodik der TLL-Broschüre. Es können auch andere Futtermittel als für die Berechnung eingesetzt werden.							
Marktpreise							
Rapskuchen (PK)	19,0 Euro/dt	→ siehe unter www.ufop.de					
Sojaschrot	33,0 Euro/dt						
Getreideschrot	12,0 Euro/dt						
1 kg Rapskuchen mit den angegebenen Inhaltsstoffen ersetzt nach dem Mischkrenz die entsprechenden Mengen der beiden anderen Futtermittel							
Futtermittel	Einsatzmenge	Rohproteingehalt	Rohproteingehalt				
	g	%	g				
Rapskuchen	1000	29,0	290				
<i>ersetzt in der Ration</i>							
Sojaschrot	540	43,0	232,2				
Getreideschrot	460	13,0	59,8				
			292 Summe Rohprotein				
berechneter Futterwert							
Rohfettgehalt	23,34 Euro/dt Rapskuchen ohne Abzüge	Nebenrechnung für Abzugswert Minderrohffett					
Abzugswert	10,15 % i. d. Originalsubstanz (OS)	0,93 Euro/kg Rohöl					
Abzugswert f. Minderrohffett	0,54 Euro/% unter 17% Rohfettgehalt	80 % Verdaulichkeit des Fettes					
Futterwert Rapskuchen	3,70 Euro/dt	0,20 Euro/kg Rapsextraktionsschrot					
	19,64 Euro/dt	→ Berechneter Futterwert höher als derzeitiger Marktpreis! Einsatz lohnt sich!					
JAHRESBEDARFSPLANUNG							
Jahresbedarfsplanung für Rapskuchen							
Bezeichnung	Anzahl Tiere	Rapskuchen					
		kg FM/Tier*d	t RK/a				
Milchkühe - Melkgruppe 1+2	220	2,09	167,83				
Milchkühe - Melkgruppe 3+6+7	160	1,88	109,79				
Milchkühe - Melkgruppe 4	80	2,00	58,4				
Milchkühe - Melkgruppe 5	115	0,61	25,6				
Milchkühe - Vorbereiter	30	0,83	9,09				
Milchkühe - Trockensteher	90	0,22	7,23				
Jungrinder - 1. Gruppe	197	0,45	32,36				
Jungrinder - 2. Gruppe	65	0,62	14,71				
			0				
			0				
			0				
			0				
Jahresbedarf Rapskuchen:			425,01 t/a				
Beispielration für eine Milchleistung von 40 kg/Tag							
Futter	TS	NEL	nXP	FM	TM	NEL	nXP
		MJ/kg TS	g/kg TS	kg/Kuh	kg/Kuh	MJ/Kuh	g/Kuh
Grassilage	28	6,2	139	19,9	5,6	34,6	774,7
Maissilage	27	6,5	130	14,2	3,8	25,0	499,1
Getreideschr.	89	8,2	158	5,0	4,4	36,3	699,8
Sojaschr.	89	8,6	286	2,7	2,4	20,7	687,6
Maisschr.	62	8,2	164	2,4	1,5	12,0	241,0
Heu	90	6,0	135	0,5	0,4	2,6	57,6
Rapskuchen	90	8,6	212	2,1	1,9	16,1	397,9
Stroh	90	3,8	80	0,1	0,1	0,5	10,2
Grünmehl	89	6,6	179	2,4	2,1	13,9	377,5
GPS	32	6,2	130	0,0	0,0	0,0	0,0
Summe				49,2	22,3	161,7	3745,4
nXP = nutzbares Rohprotein							
Mineralien	kg/Kuh*d	Grobfutter		12,08	Kg TM		
Min.st.Camisan	0,332	Konzentrat		10,18	Kg TM		
Futterkalk	0,071			22,26			
Viehsalz	0,071						
Goldhefe	0,059						
Dextro Fat	0,284						
Min.st.Optisan	0,000						
Saure Salze	0,000						
Vitamin E	0,000						
Multisan Nek.	0,000						
Summe	0,817						

Abbildung 22: Beispielrechnung Tabellenblatt „Fütterung Rind“

Einsatz von Rapspresskuchen und Rapsöl in der Schweinefütterung						
ERTRAGS- und QUALITÄTSPARAMETER						
Rapskuchen						
Menge	592	t FM/Jahr				
	62,3	kg/dt Rapssaar				
TM-Gehalt	88,9	%				
Rohfettgehalt	10,2	% i.d. FM				
	11,4	% i.d. TM				
Glucosinolatgehalt	25,0	mmol/kg TM				
Rohproteingehalt	29,0	% i.d. TM				
Grenzwerte bei der Schweinefütterung						
Rapsöl in Gesamtration	3,0	%				
Glucosinolatgehalt	1,5	mmol Glucosinolat/kg TM Futter	→ Glucosinolatgehalt ist begrenzender Faktor bei Rationsberechnung			
Gesamtration	3,0	kg TM/d				
Berechneter maximaler Anteil Rapskuchen und Rapsöl in der Gesamtration						
Max. Rapskuchenanteil	6	% i. d. Gesamtration				
	0,202	kg FM /Tier u. Tag				
	0,180	kg TM/Tier u. Tag				
darin enthaltenes Rapsöl	20,51	g				
max. zusätzliche Rapsölfütterung	69,49	g Rapsöl/Tier u. Tag	→ Zusätzliche Beigabe möglich, da Rapsöl kein Glucosinolat enthält			
FUTTERWERTERMITTLUNG						
Im Folgenden erfolgt für das Futtermittel Rapskuchen die Ermittlung des monetären Futterwertes entsprechend der Methodik der TLL-Broschüre. Die folgende Berechnung ergibt nur einen groben Wert. Zur Ermittlung exakte Daten ist eine detaillierte Rationsberechnung notwendig.						
Marktpreise						
Rapskuchen (PK)	19,0	Euro/dt				
Sojaschrot	33,0	Euro/dt				
Futterweizen	13,0	Euro/dt	→ siehe unter www.ufop.de			
1 kg Rapskuchen mit den angegebenen Inhaltsstoffen ersetzt nach dem Mischkrenz die entsprechenden Mengen der beiden anderen Futtermittel						
Rapskuchen						
	Fettgehaltsstufe [% Rf i.d. FM]					
	8-11	>11-15	>15-19			
Energiegehalt (ME)	11,2	11,9	12,6	ME/kg		
verdauliches Lysin	14	13	12	g/1000g FM		
1000g RK ersetzen in der Ration						
Sojaschrot						
	550	500	430	g		
Energiegehalt (ME)	13,1	13,1	13,1	ME/kg		
verdauliches Lysin	24	24	24	g/1000g FM		
Futterweizen						
	300	380	500	g		
Energiegehalt (MC)	13,94	13,94	13,94	MC/kg		
verdauliches Lysin	3,2	3,2	3,2	g/1000g FM		
Summe ME-Schwein	11,39	11,85	12,6	ME/kg		
Summe Lysin in g	14,16	13,22	11,92	g/1000g FM		
Futterwert Rapskuchen €/dt						
	22,05	21,44	20,69			
Rohfettgehalt	10,15	% i.d. OS				
Futterwert Rapskuchen	22,05	Euro/dt				
		→ Berechneter Futterwert höher als derzeitiger Marktpreis! Einsatz lohnt sich!				
JAHRESBEDARFSPLANUNG						
Jahresbedarfsplanung für Rapskuchen und Rapsöl						
Bezeichnung	Anzahl Tiere	Rapskuchen		Rapsöl		Fütterungstage/a
		g FM/Tier*0	t/a	g FM/Tier*0	t/a	
Vormast-Flüssigfütterung	3.200	100	112,0	30,00	33,6	350
Endmast-Flüssigfütterung	3.200	200	224,0	10,00	11,2	350
Vormast-Trockenfütterung	1.400	100	49,0	20,00	9,8	350
Endmast-Trockenfütterung	1.400	200	98,0	15,00	7,4	350
			0,0		0,0	
			0,0		0,0	
			0,0		0,0	
			0,0		0,0	
			0,0		0,0	
			0,0		0,0	
			0,0		0,0	
			0,0		0,0	
Jahresbedarf Rapskuchen			483 t/a			
						62 t Rapsöl/a
Beispielration: Vormast (Schweinemast Mineral II) Flüssigfütterung mit Molke						
Rohstoff	Gesamtmenge pro Schwein in kg/d		8,6 - 8,8			
	Anteil in Gew.-% an der Futtermischung	Anteil in % am Trockenmassegehalt (bezogen auf einen Trockenmasseanteil von 88 % - Gewichts-Anteil)				
Sojaschrot/ Normtyp 42	14,00		18,28			
Rapskuchen	2,60		3,48			
Rapsöl	1,20		1,80			
Gerste	26,00		34,30			
Bierhefe	20,00		3,36			
Weizen	10,00		13,08			
Triticale	6,00		7,83			
Molkepermeat	5,00		3,28			
Kartoffeldämpfschalen	5,00		0,92			
Mineralfutter SM 26,5 / 2,5-P	2,00		2,93			
Vormast Mol						
Mais	4,20		5,48			
Brotmehl-Pellets	4,00		5,25			
Summe:	100,00		99,99			

Abbildung 23: Beispielrechnung Tabellenblatt „Fütterung Schwein“

Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Rapsölkraftstoff in Traktoren

Kraftstoffpreise

Diesellokraftstoff	1,15 Euro/l
Rapsölkraftstoffpreis (Marktpreis)	0,89 Euro/l
Preisdifferenz zum Diesel	0,26 Euro/l

Heizwert von Diesellokraftstoff und Rapsöl

	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l]	Kraftstoff- äquivalenz [l]
Diesello	43,1	35,87	1,0
Rapsöl	37,6	34,59	0,96

Quelle: FNR 2008

Motorölverbrauch/Ölwechsel

	Rapsöl	Diesello	
Ölpreis	1,17	1,46	Euro/l
Altölentsorgung (0,11€/l)	0,11	0,11	Euro/l
Preis Ölfilter	25,00	25,00	Euro
Arbeitskosten Ölwechsel	10,00	10,00	Euro

Tankstelle für Rapsölkraftstoff

Tankstellenkosten	6.000,0 Euro
Nutzungsdauer	6 a
Abschreibung (über ND Umrüstung)	1000 Euro/a
Zins (6 %)	180 Euro/a
Tankstellenkosten	1180 Euro/a

GESAMTBETRACHTUNG - Fahrzeugflotte

Parameter	Einheit	1. Maschine		2. Maschine		3. Maschine		4. Maschine		5. Maschine	
		Rapsöl	Diesello	Rapsöl	Diesello	Rapsöl	Diesello	Rapsöl	Diesello	Rapsöl	Diesello
Typ		Fendt Vario		Deutz Fahr		John Deere		Big M II		Häcksler	
Betriebsstunden	Bh/a	1000	1.000	1500	1.500	1325	1325	260	260	550	550
Kraftstoffverbrauch	l/Bh	16,7	16,0	20,8	20,0	13,8	13,2	38,5	37	26,0	25
Dieselloanteil	%	30	100	25	100	0	100	11	100	14	100
Diesellobedarf	l/a	4.800	16.000	7.500	30.000	0	17.490	1.058	9.620	1.925	13.750
Rapsölkraftstoffbedarf	l/a	11.667		23.438		18.219		8.919		12.318	
Kraftstoffkosten	Euro/a	15.903	18.400	29.484	34.500	16.215	20.114	9.154	11.063	13.177	15.813
	Euro/Bh	15,9	18,4	19,7	23,0	12,2	15,2	35,2	42,6	24,0	28,8
Ölwechselintervall	Bh	200	500	250	500	250	500	200	500	250	500
Füllmenge Öl	l	15	15	20	20	20	20	37	37	20	20
Nachfüllmenge pro Intervall	l	4	4	4	4	4	4	0	4	0	2
Kosten Ölwechsel	Euro/Intervall	54,2	58,6	60,6	66,4	60,6	66,4	82,4	93,1	60,6	66,4
Ölwechselkosten	Euro/a	271,0	117,1	363,6	199,2	321,2	176,0	107,1	48,4	133,3	73,0
	Euro/Bh	0,27	0,12	0,24	0,13	0,24	0,13	0,41	0,19	0,24	0,13
Umrüstung	Euro	2500		3500		6000		4548		4548	
Nutzungsdauer	Jahre	6		6		6		6		6	
Abschreibung (ND = 6 Jahre)	Euro/a	417		583		1000		758		758	
Zins	Euro/a	75		105		180		136		136	
Umrüstungskosten	Euro/a	492		688		1180		894		894	
	Euro/Bh	0,49		0,46		0,89		3,44		1,63	
Maschinenbruchversicherung	Euro/a	500		500							
Rapsölbedingte Reparaturmehrkosten	Euro/a	300		300		300				200	
Amortisationszeit	a	2,4		1,0		2,6		4,8		3,1	
	Bh ~	2.380		1.660		3.500		1.240		1.690	
Gesamtkosten	Euro/a	17466	18517	31336	34699	18016	20269	10156	11111	14404	15886
	Euro/Bh	17,47	18,52	20,89	23,13	13,60	15,31	39,06	42,74	26,19	28,88
Ergebnis des Rapsöleinsatzes	Euro/a			3363		2274		956		1481	

Parameter	Einheit	6. Maschine		7. Maschine		8. Maschine		9. Maschine		10. Maschine	
		Rapsöl	Diesello	Rapsöl	Diesello	Rapsöl	Diesello	Rapsöl	Diesello	Rapsöl	Diesello
Typ											
Betriebsstunden	Bh/a	0		0		0		0		0	
Kraftstoffverbrauch	l/Bh	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
Dieselloanteil	%		100		100		100		100		100
Diesellobedarf	l/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rapsölkraftstoffbedarf	l/a	0		0		0		0		0	
Kraftstoffkosten	Euro/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Euro/Bh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ölwechselintervall	Bh										
Füllmenge Öl	l										
Nachfüllmenge pro Intervall	l										
Kosten Ölwechsel	Euro/Intervall	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Ölwechselkosten	Euro/a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Euro/Bh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Umrüstung	Euro										
Nutzungsdauer	Jahre										
Abschreibung (ND = 6 Jahre)	Euro/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zins	Euro/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umrüstungskosten	Euro/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Euro/Bh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maschinenbruchversicherung	Euro/a										
Rapsölbedingte Reparaturmehrkosten	Euro/a										
Amortisationszeit	a	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	Bh ~	0		0		0		0		0	
Gesamtkosten	Euro/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Euro/Bh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ergebnis des Rapsöleinsatzes	Euro/a	0		0		0		0		0	

Gewinn bei Rapsöleinsatz **7.945 Euro/a**
im Vergleich zu 100 % Dieselloeinsatz

Gesamtmenge Rapsölkraftstoff **74.559 l/a**

Abbildung 24: Beispielrechnung Tabellenblatt „Treibstoff“

Wirtschaftlichkeit eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) mit Pflanzenöl																													
Kraftstoffpreise			Heizwert von Dieselkraftstoff und Rapsöl																										
Rapsöl	0,65 Euro/l		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="4">Heizwert</th> <th>Kraftstoff- äquivalenz []</th> </tr> <tr> <th></th> <th>[MJ/kg]</th> <th>[kWh/kg]</th> <th>[MJ/l]</th> <th>[kWh/l]</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diesel</td> <td>43,1</td> <td>11,97</td> <td>35,87</td> <td>9,96</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Rapsöl</td> <td>37,6</td> <td>10,44</td> <td>34,59</td> <td>9,61</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table>			Heizwert				Kraftstoff- äquivalenz []		[MJ/kg]	[kWh/kg]	[MJ/l]	[kWh/l]		Diesel	43,1	11,97	35,87	9,96	1,0	Rapsöl	37,6	10,44	34,59	9,61	0,96	Quelle: FNR 2008
	Heizwert				Kraftstoff- äquivalenz []																								
	[MJ/kg]	[kWh/kg]	[MJ/l]	[kWh/l]																									
Diesel	43,1	11,97	35,87	9,96	1,0																								
Rapsöl	37,6	10,44	34,59	9,61	0,96																								
Leistungsparameter BHKW			Berechnung der Leistungspositionen: $FWL = \frac{P_{el} \cdot kW}{\eta_{el} \%}$ oder $FWL = \frac{P_{th} \cdot kW}{\eta_{th} \%} \times 100 \%$ $KV = \frac{FWL \cdot kW}{Hu \cdot kWh/l}$																										
Feuerungswärmeleistung (FWL)	30 kW																												
elektrische Leistung (P _{el})	8 kW																												
elektrischer Wirkungsgrad (η _{el})	27 %																												
thermische Leistung (P _{th})	15 kWh _{th}																												
therm. Wirkungsgrad (η _{th})	50 %																												
Gesamtwirkungsgrad (η _{ges.})	77 %																												
Betriebsstunden (B _h)	6.000 h/a bei Nennlast																												
Kraftstoffverbrauch (KV)	3,1 l/h bei Nennlast																												
KOSTEN																													
Investitionsbedarf - Fixe Kosten (inkl. Installation)																													
Zinssatz	6,0 %																												
Versicherung	0,5 % der Gesamtinvestition																												
	Investition Euro	ND Jahre	AfA Euro/a	kalk. Zins Euro/a	Ver- sicherung Euro/a																								
BHKW-Modul	18.318	15	1.221	550	92																								
Gebäude	10.400	25	416	312	52																								
Tank			0	0	0																								
Sonstige			0	0	0																								
Summen:	28.718		1.637	862	144																								
Summe fixe Kosten	2.642,1 €/a																												
Instandhaltung/Wartung 1.805 Euro/a																													
Betriebskosten																													
Personal	1.099 Euro/a																												
Elektroenergie	121 Euro/a																												
Kraftstoffbedarf																													
Heizwert Pflanzenöl	9,61 kWh/l																												
Kraftstoffbedarf	3,1 l/h																												
	18.600 l/a																												
Brennstoffkosten	12.050 Euro/a																												
Gesamtkosten	17.757 Euro/a																												
LEISTUNGEN																													
Eingespeiste Energie 48.000 kWh/a																													
Jahr der Inbetriebnahme	2009																												
Leistung des BHKW nach § 18 EEG	5 kW																												
Vergütung nach EEG (2009)																													
	Vergütung s-satz ct/kWhel	Stunden/ Leistungs- stufe h	jährl. Vergütung €/a																										
Grundvergütung: bis ≤ 150	11,67	48.000	5.602																										
≤ 500 kW	9,18	0	0																										
≤ 5 MW	8,25	0	0																										
bis 20 MW																													
Nawarobonus	6,00	48.000	2.880																										
KWK-Bonus	3,00	48.000	1.440																										
Stromvergütung EEG	9,922 Euro/a																												
Mindestvergütung nach EEG (2009)																													
elektr. Leistung	2009	2010	2011	2012	2013																								
≤ 150																													
Grundvergütung	11,67	11,55	11,43	11,32	11,21																								
Nawarobonus	6	5,94	5,88	5,82	5,76																								
KWK-Bonus 1)	3	2,97	2,94	2,91	2,88																								
≤ 500 kW																													
Grundvergütung	9,18	9,09	9,00	8,91	8,82																								
Nawarobonus	0	0	0	0	0																								
KWK-Bonus 1)	3	2,97	2,94	2,91	2,88																								
≤ 5 MW																													
Grundvergütung	8,25	8,17	8,09	8,01	7,93																								
Nawarobonus	0	0	0	0	0																								
KWK-Bonus 1)	3	2,97	2,94	2,91	2,88																								
bis 20 MW																													
Grundvergütung	7,79	7,71	7,63	7,55	7,47																								
Nawarobonus	0	0	0	0	0																								
KWK-Bonus 1)	3	2,97	2,94	2,91	2,88																								
Quelle: In Anlehnung an TFZ Straubing, www.tfz.bayern.de																													
GEWINN/VERLUST																													
Erzeugte Wärmeenergie 90.000 kWh/a																													
derzeitiger Wärmepreis	0,06 Euro/kWh		→ angenommener Abnahme-/Verkaufspreis bzw. alternativ erzeugte Wärmegestehungskosten																										
Wärmegestehungskosten	0,09 Euro/kWh		→ Wärmegestehungskosten höher als derzeitiger Wärmepreis!																										
Gewinn/Verlust mit Verkauf der Wärme zum derzeitigen Wärmepreis																													
	-2.435 Euro/a																												
Maximaler Rapsölpreis zur	0,46 Euro/l																												

Abbildung 25: Beispielrechnung Tabellenblatt „BHKW“

Zusammenfassung			
Anbau der Rapssaat			
Anbaufläche	250 ha/Jahr		
Raps-Ertrag	38,0 dt/ha		
Ölgehalt	95,0 t/Jahr		
	40 %		
Ergebnis Anbau (gesamt)	9.850 Euro/Jahr		
		Verkauf Rapssaat	zum Erzeugerpreis von 24,30 Euro/dt
			Der Rapsanbau erzielt positives Ergebnis! Der Anbau ist wirtschaftlich!
Verarbeitung gesamt			
Verarbeitungskapazität	1.000 t Rapssaat/a		
Durchsatz	125 kg/h		
Rapssaatverarbeitung	950 t Raps/a		
Betriebsstunden	7.600 h/a		
Ölausbeute/ Rohölmenge	36,0 %		
Abpressgrad APG)	85,0 %		
Rapssaatkosten	63,97 Euro/l		
Presskosten	18,85 Euro/l		
Öl-Ertrag gesamt	371.739 l/Jahr		
Presskuchen-Ertrag	5.919 dt/Jahr		
Filterkuchen	162 dt/Jahr		
Ergebnis Verarbeitung	16.499 Euro/Jahr		
Gesamtergebnis Anbau & Verarbeitung	26.349 Euro/Jahr		
		Einkauf Rapssaat	• aus eigenem Anbau 950 t/Jahr zum Erzeugerpreis von 24,30 Euro/dt
			• Zukauf Rapssaat 0 t Raps/a zum Großhandelspreis von 25,60 Euro/dt
		Verkauf Rapsöl und Presskuchen	• Rapsöl 371.739 l/Jahr zum Erzeugerpreis von 0,57 Euro/l
			• Presskuchen 5.919 dt/Jahr zum Erzeugerpreis von 19,00 Euro/dt
			Die Rapsverarbeitung erzielt positives Ergebnis! Die Verarbeitung ist wirtschaftlich!
Einsatz von Rapskuchen in der Rinderfütterung			
Rapskuchen			
TM-Gehalt	88,9 %		
Rohfett(öl)gehalt	11,4 % i. d. TM		
Glucosinolatgehalt	25,0 mmol/kg TM		
Rohproteingehalt	29,0 % i. d. TM		
Maximaler Anteil in der Gesamtration	3,5 kg Rapskuchen (TM)/Tier und Tag		
Preise für Futtermittel			
Rapskuchen (PK)	19,0 Euro/dt		
Sojaschrot	33,0 Euro/dt		
Getreideschrot	12,0 Euro/dt		
Futterwert Rapskuchen	19,6 Euro/dt		
Errechner Jahresbedarf	4250 dt Rapskuchen/a		
		Grenzwerte bei der Rinderfütterung	Rapsöl in Gesamtration 400,0 g
			Glucosinolatgehalt 5,0 mmol/kg TM Futter
			Gesamtration 21,0 kg TM/d
			Berechneter Futterwert größer als Rapskuchenpreis! Der Einsatz ist wirtschaftlich interessant!
Einsatz von Rapskuchen und Rapsöl in der Schweinefütterung			
Rapskuchen			
TM-Gehalt	88,9 %		
Rohfett(öl)gehalt	11,4 % i. d. TM		
Glucosinolatgehalt	25,0 mmol/kg TM		
Rohproteingehalt	29,0 % i. d. TM		
Maximaler Anteil in der Gesamtration	0,18 kg Rapskuchen (TM)/Tier und Tag		
	69,49 g Rapsöl/ Tier und Tag		
Preise für Futtermittel			
Rapskuchen (PK)	19,0 Euro/dt		
Sojaschrot	33,0 Euro/dt		
Futterweizen	13,0 Euro/dt		
Futterwert Rapskuchen	22,1 Euro/dt		
Errechner Jahresbedarf	4830 dt Rapskuchen/a		
	67 l Rapsöl/a		
		Grenzwerte bei der Schweinefütterung	Rapsöl in Gesamtration 3,0 %
			Glucosinolatgehalt 1,5 mmol/kg TM Futter
			Gesamtration 3,0 kg TM/d
			Berechneter Futterwert größer als Rapskuchenpreis! Der Einsatz ist wirtschaftlich interessant!
Treibstoff			
Rapsölpreis	0,89 Euro/l		
Dieselpreis	1,15 Euro/l		
	5 Schlepper		
Jahresbedarf Rapsöl	74.569 l/Jahr		
Ergebnis der Umrüstung auf Rapsöl im Vergleich zum Dieseltreibstoff	7.945 Euro/a		
			Die Umrüstung der Fahrzeuge ist wirtschaftlich!
BHKW			
Feuerungswärmeleistung (FVWL)	30 kW		
elektrische Leistung (L _{el})	8 kW		
thermische Leistung (L _{th})	18 kW _{th}		
Betriebsstunden	4.000 h/a		
Kraftstoffverbrauch	3,1 l/h		
Rapsölpreis	0,65 Euro/l		
Jahr der Inbetriebnahme	2009		
Stromvergütung EEG	9,922 Euro/a		
Erzeugte Wärmeenergie	90.000 kWh/a		
erzielbarer Wärmepreis	0,06 Euro/kWh		
Wärmegestehungskosten	0,09 Euro/kWh		
Ergebnis des Rapsöl-BHKW	-2.435 Euro/a		
			Wärmegestehungskosten höher als derzeitiger Wärmepreis! Der Betrieb des Rapsöl-BHKWs ist nicht wirtschaftlich interessant!

Abbildung 26: Beispielsrechnung Tabellenblatt „Zusammenfassung“

8 Zusammenfassung

Das umfassende Qualitätssicherungssystem (QSS) vom TFZ wurde zu einem allgemeinen System für verarbeitende Landwirtschaftsbetriebe in Sachsen erweitert und für zwei Ölmühlen südlich von Freiberg angepasst. Dabei wurden spezifische sächsische Dokumente eingefügt wie die Schlagkarteien. Ergänzt wurden nach entsprechenden Recherchen die Bausteine (Tabellenblätter) Anbau, Einsatz des Rapsölkraftstoffs (Tankstelle), Umrüstung der Fahrzeuge, Wartung der Fahrzeuge inkl. BHKW und Einsatz des Presskuchens in der Tierfütterung. Das universelle QS-System besteht aus Modulen, um eine leichte Anpassung an die betrieblichen Gegebenheiten vor Ort zu ermöglichen.

Das angepasste QSS wurde in den Betrieben erprobt. Dabei wurden vielfältige Änderungen und Erweiterungen eingearbeitet, die der Praxis entsprechen. In allen Betrieben konnten viele Dokumentationen, die im universellen QSS enthalten sind, eingespart werden, da diese schon in der Praxis geführt werden. In den angepassten QS-Systemen bestehen für diese Dokumentationen Möglichkeiten, die Führung und den Ablageort zu vermerken. Damit werden Doppeldokumentationen vermieden und die Akzeptanz des QS-Systems erhöht. Ebenso wurden aus Sicht der Praxis sogenannte irrelevante Daten nicht erhoben und aus dem QSS herausgenommen. Das universelle QS-System wird im „Handbuch zum QSS Rapsölkraftstoff“ genauer beschrieben. Die angepassten QS-Systeme der beiden untersuchten Ölmühlen liegen in den Betrieben vor und sind im Bericht auszugsweise enthalten.

In der untersuchten Region besteht eine Vorreiterrolle hinsichtlich der Qualität des erzeugten Rapsöles. Ebenso bestehen beim Einsatz der Produkte der Rapsverarbeitung langjährige und vielschichtige Erfahrungen. Rapspresskuchen wurde in einer Studie schon vor dem Aufbau der ersten Ölpresse im Jahre 2005 versuchsweise an Milchvieh verfüttert. Dabei wurden positive Veränderungen der Milchfettzusammensetzung festgestellt (GRÜN 2005). Beim Einsatz von Rapsölkraftstoff in der Landtechnik musste man durch mangelhafte Umrüstsysteme einiges an Lehrgeld zahlen. Aktuell geben die Ergebnisse der in der Region eingesetzten neuen John Deere-Traktoren (Abgasstufe TIER 3) im 1-Tankverfahren Hoffnung auf eine Serienfertigung dieser praxistauglichen Technologie ab Werk (2NDVEGOIL 2008).

Beim Einsatz von Rapsölkraftstoff in modernster Landtechnik ist eine hohe Qualität über den gesamten Zeitraum entscheidend für den Erfolg und damit wirtschaftlichen Einsatz. Ebenso ist eine möglichst gleichbleibende Qualität des Rapspresskuchens für den wirtschaftlichen Erfolg der Milchviehhaltung sowie der Schweinezucht maßgebend. Durch ein neues Reinigungsverfahren, das in den beiden Ölmühlen zum Einsatz kommt, können die Ölpresen härter betrieben werden (KAISER 2009; VWP, WALDLAND 2008). Dadurch sinken die Fettgehalte im Rapspresskuchen, was wiederum eine höhere Einsatzmenge in der Verfütterung zulässt. Weiterhin werden die Gehalte an Asche bildenden Elementen wie Phosphor, Magnesium und Calcium dauerhaft unter die Nachweisgrenze gesenkt. Der in den beiden Ölmühlen der Region Freiberg produzierte Rapsölkraftstoff besitzt damit eine bisher für die dezentrale Verarbeitung unbekannt hohe Qualität.

Durch diese Voraussetzungen und die genaue Überwachung der Produktionsabläufe und Qualitätsparameter sind sehr gute Bedingungen für eine erfolgreiche Verarbeitung gegeben.

Auf den Internetseiten des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie unter www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/7211.htm und des Vereins zur Förderung von Biomasse und nachwachsenden Rohstoffen Freiberg e.V. www.biomasse-freiberg.de sind das MS-Excel-basierte Kalkulationsmodell sowie Dokumente der Abschlussveranstaltung des Projektes erhältlich.

Dank gebührt den Mitarbeitern der genannten landwirtschaftlichen Betriebe für ihre aktive Mitarbeit und Auskunftsbereitschaft.

Literaturverzeichnis

- BORNSCHEIN, J. (2009): Vortrag beim Biokraftstofffachgespräch, DBFZ, Leipzig
- DIN V 51605: Kraftstoffe für pflanzenölaugliche Motoren – Rapsölkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren, Vornorm, Berlin 2006
- EGGERS, J. (2009): „Eiweißfuttermittel in Deutschland und der Europäischen Union: Ist die Versorgung in Zukunft gesichert?“, OVID, in Pflanzen-Magazin 2/2009, Oberhausen
- FERCHAU, E. (2007): Foto 1. Seite Saatlager Rapsöl GmbH, Verein zur Förderung von Biomasse und nachwachsenden Rohstoffen Freiberg e.V.
- FERCHAU, E. (2009): Biogasausbeute von Rapsfiltrationskuchen, Vortrag auf Abschlussveranstaltung, Projekt Umsetzung eines Qualitätssicherungssystems bei der Produktion, Herstellung und Anwendung von Rapsölkraftstoff, Großhartmannsdorf
- FNR (2005): Informationen zum 100-Traktoren-Programm, www.fnr.de/100traktoren2005
- GRAF, T.; REMMELE, E. (2006): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung – Verfahren und Qualitätsaspekte bei der Herstellung von Rapsölkraftstoff, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena
- GRUNERT, M. (2008): „Nicht pauschal bewerten – Die Nutzungsvarianten von nachwachsenden Rohstoffen entscheidet über ihre Nachhaltigkeit“, in Neue Landwirtschaft 7/2008
- GRÜN, M. (2005): „Hochwertige Molkereiprodukte aus dem Erzgebirge durch gezielten Einsatz von Rapspresskuchen in der Milchkuhfütterung“, Machbarkeitsstudie im Auftrag der Trockenwerk GmbH Großhartmannsdorf, Food GmbH, Jena 2005
- HERRMANN, U.: Fette in der Schweinefütterung, Dobbin
- KAISER, TH. (2005): „Pflanzenöl als Kraftstoff für modernste Antriebssysteme“, Vortrag auf 4. Fachtagung Kraftstoff Pflanzenöl – Praxis und Zukunft, Grüne Liga und Ökozentrum Nossen 2005
- KAISER, TH. (2009): Informationen zur Rapsölkraftstoffqualität, Motorentests, DIN V 51605, Verfütterung Filterkuchen mit Resten von Tonmineralien, Telefonat 2009
- KAISER, TH. (2009): Besseres Öl, trockenerer Kuchen – Ölreinigungsverfahren mit Vorteilen, Artikel in Energie Pflanzen 3/09, Forstverlag, Scheeßel-Hetzwege
- MÖLLERING, J. (2009): Mastschweinefutter im Test, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster
- LFL: „Schweinefütterung mit Rapskuchen“, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan
- OPITZ, G. (2008): persönliche Mitteilung
- PICKEL, P.; DIERINGER, S.; LANG, M.; RÜTZ, G. (2008): „Survey on state-of-the-art technologies and impact of plant oil fuels“, Demonstration of 2nd generation vegetable oil fuels in advanced engines, John Deere Werke Mannheim, 2008
- REMMELE, E.; STOLZ, K. (2005): Hinweise zur Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Anlagen, TFZ Straubing, 2005
- REMMELE, E.; et al. (2007): „Qualitätsmanagement bei der Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Anlagen – Anforderungen an Produktion, Transport und Lagerung von Rapssaat, Rapsölkraftstoff und Presskuchen“, Maßnahmenkatalog, TFZ Straubing, 2007

- REMMELE, E. (2007): „Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen“, Handbuch, FNR Gülzow, 2007
- REMMELE, E.; et al. (2007): „Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsmittelbereich – Technologische Untersuchungen und Erarbeitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen, Berichte aus dem TFZ 12, TFZ Straubing, 2007
- SCHMIDT, R. (2007): „Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit der Herstellung und des Einsatzes von Rapsölkraftstoff am Beispiel der Agrargenossenschaft „Bergland“ Clausnitz e.G., Diplomarbeit Hochschule Anhalt (FH), Abteilung Bernburg 2007
- SCHÖNE, F.; DUNKEL, S.; SCHWARTING, G.; STERR, S. : Rapskuchen in der Rinderfütterung, Argumente und Einsatzempfehlungen, in CMA Centrale-Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH, Bonn
- SCHRIMPF, E. (2008): „Erdöl-Verknappung und Biotreibstoffe – Zu den Kritiken von zukunftsfähigen biogenen Treibstoffen“, Beitrag zum Otti-Symposium Bioenergie, Freising
- SCHÜMANN, U; BERNDT, S. (2005): „Aspekte der Rapsölqualität, Lagerung und Versorgung“, Vortrag auf Abschlussveranstaltung 100-Traktorenprogramm der FNR, Hannover, Universität Rostock
- 2NDVEGOIL - 2ND GENERATION VEGETABLE OIL (2008): EU's Seventh Framework Programme, Informationen von der Projektseite [www. 2ndvegoil.eu](http://www.2ndvegoil.eu)
- SERGIS-CHRISTIAN, L.; BROUWERS, J. (2005): “Dezentral hergestelltes Pflanzenöl im ökologischen Vergleich mit Dieselmotorkraftstoff”, Arbeitsergebnisse Sonderheft 3, Zeitschrift der AG Land- und Regionalentwicklung am FB ökologische Agrarwissenschaften der Uni Kassel, Aachen/ Witzenhausen
- UFOP (2009): Informationen von www.ufop.de
- WVP; WALDLAND (2008): Beschreibung eines Verfahrens zur Herstellung eines Kraftstoffes aus Pflanzenöl, Patentanmeldung 2008
- WEIGAND, R. (2008): persönliche Mitteilung
- WEIß, J.; SCHÖNE, F. (2006): Rapskuchen in der Schweinefütterung, UFOP-Praxisinformation, BDOel, UFOP, Berlin
- WIDMANN, B.; REMMELE, E. (2008): Biokraftstoffe – Fragen und Antworten, Positionspapier, TFZ Straubing, 2008
- WINKLER, M. (2009): „Analyseverfahren zur Bestimmung des Pflanzenölanteils in gebrauchten Dieselmotorenölen“, Deutz, in Pflanzenöl-Magazin 2/2009, Oberhausen

Anhang

A Dokumentation QSS AG "Bergland" Clausnitz e.G.

Motoröluntersuchungen der Landmaschinen Clausnitz

1. John Deere 6920 S, 2-Tanksystem Rapstruck
S. 1 vom Prüfbericht mit Angabe des Anteils Rapsölkraftstoff im Motorschmieröl
2. John Deere 7530, 1-Tanksystem VWP
S. 1 vom Prüfbericht mit Angabe des Anteils Rapsölkraftstoff im Motorschmieröl
3. John Deere 6830, 1-Tanksystem VWP
S. 1 vom Prüfbericht mit Angabe des Anteils Rapsölkraftstoff im Motorschmieröl

LABORBERICHT

Probenbezeichnung **JD6920S-8114**
 Komponente **Motor**
 Nummer der aktuellen Probe **WC 427351**



Seite 1 von 2

WEARCHECK GmbH • Postfach 1116 • 83094 Brannenburg

AG Bergland Clausnitz e.G.
 Pflanzenproduktion
 Herr Krüger
 Hauptstraße 13
 09623 Rechenberg-Brennsmühle

Maschinentyp: JD6920S
 Hersteller: John Deere
 Probe aus: Pflanzenölmotor
 Ölbezeichnung: Agip Profi 15W-40
 Ölmenge im System: 20 l

Diagnose der aktuellen Labordaten

Eisen und Aluminium leicht angestiegen. Geringer Verschleiß an Komponenten aus diesen Materialien wie z.B. Kolben (Al) und Zylinder (Fe). Der Anteil an Pflanzensöl-Kraftstoff ist leicht erhöht. Bitte senden Sie uns zur Trendbeobachtung die nächste Probe nach weiteren 100 Stunden. Für diesen Zeitraum ist bei ähnlichen Betriebsbedingungen kein Ölwechsel notwendig.

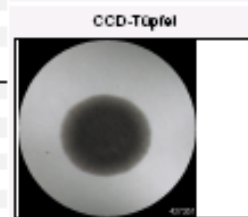
Dipl.-Ing. Steffen Bots

Gesamtbewertung



Hinweis

ANALYSENERGEBNISSE		Frühere Untersuchungen		
LABORNUMMER	Aktuelle Probe	WC 408061	WC 308638	
GESAMTBEWERTUNG		?	!	!
Untersuchungsdatum	04.08.2006	24.04.2006	14.02.2006	
Datum Probenentnahme	02.08.2006	19.04.2006	06.02.2006	
Datum letzter Ölwechsel	05.07.2006	14.03.2006	06.02.2006	
Nachfüllmenge seit Wechsel	0	-	0	
Laufzeit seit Wechsel	135	130	402	
Laufzeit gesamt	1567	1133	902	
Öl gewechselt	Nein	Ja	Ja	
VERSCHLEISS				
Eisen	Fe mg/kg	11	17	43
Chrom	Cr mg/kg	0	1	2
Zinn	Sn mg/kg	0	0	0
Aluminium	Al mg/kg	5	4	4
Nickel	Ni mg/kg	0	2	1
Kupfer	Cu mg/kg	1	2	6
Blei	Pb mg/kg	0	0	4
Molybdän	Mo mg/kg	5	0	113
PD-Index	-	OK	OK	OK
VERUNREINIGUNG				
Silikum, Staub	Si mg/kg	6	3	6
Kalium	K mg/kg	7	4	3
Natrium	Na mg/kg	0	3	1
Wasser	%	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Glykol	-	negativ	negativ	negativ
Pflanzensöl	%	1,60	10,90	13,20
Diesterkohstoff	%	< 0,30	0,57	-
Luftfeuchtigkeit	%	0,2	0,6	0,6
ÖLZUSTAND				
Viskosität bei 40°C	mm ² /s	94,67	89,06	106,09
Viskosität bei 100°C	mm ² /s	13,16	13,13	14,97
Viskositätsindex	-	136	147	147
Oxidation	Alom	13	-	20
Nitration	Alom	5	7	12
Sulfation	Alom	5	1	3
Schmutzträgervermögen	%	92	100	94
ADDITIVE				
Kalzium	Ca mg/kg	2491	2169	3474
Magnesium	Mg mg/kg	306	322	25
Bor	B mg/kg	101	50	119
Zink	Zn mg/kg	946	1254	1493
Phosphor	P mg/kg	950	1257	1446
Barium	Ba mg/kg	0	0	0
Schwefel	S mg/kg	12053	11244	6222



Beschreibung der Prüfverfahren und Normen: www.wearcheck.de



LABORBERICHT

Probenbezeichnung **8105**
 Komponente **Pflanzenolmotor**
 Nummer der aktuellen Probe **715151**

WEAR
CHECK
 SCHMIERSTOFF-ANALYSEN
 Kerschelweg 28 • D-83086 Brannenburg
 Tel. +49(0)8034-8047-0 • info@wearcheck.de

Seite 1 von 2

WEARCHECK GmbH • Postfach 1116 • 83094 Brannenburg

AG Bergland Clausnitz e.G.
 Herr Torsten Krüger
 Hauptstraße 13
 09623 Rechenberg-Bienenmühle

Maschinentyp: John Deere 7530
 Hersteller: John Deere
 Probe aus: Pflanzenolmotor
 Ölbezeichnung: Agip Profi 15W-40
 Ölmenge im System: 23 l

Diagnose der aktuellen Laborwerte

Kupfer durch Korrosion oder Verschleiß an kupferhaltigen Bauteilen (auch Bronze oder Messing) deutlich angestiegen. Natrium (und Kalium) erhöht. Mögliche Ursache: Rückstände aus Salzen (NaCl), salzhaltigem oder inhibiertem Wasser. Der Anteil an Pflanzenöl-Kraftstoff ist leicht erhöht. Ihren Angaben zufolge wurde das Öl bereits gewechselt.

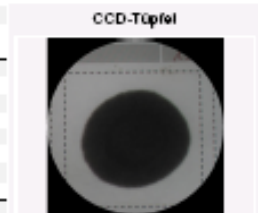
Gesamtbewertung



Achtung

Dipl.-Ing. Steffen Bots

ANALYSEERESULTATE		Aktuelle Probe		Frühere Untersuchungen	
LABORNUMMER		715151	715155	715153	427350
GESAMTBEWERTUNG		!	✓	✓	✓
Untersuchungsdatum		31.10.2008	16.05.2008	29.02.2008	06.12.2007
Datum Probenentnahme		23.10.2008	14.05.2008	13.02.2008	05.12.2007
Datum letzter Ölwechsel		05.09.2008	13.02.2008	13.02.2008	05.12.2007
Nachfüllmenge seit Wechsel	l	0	0	0	0
Laufzeit seit Wechsel	h	258	272	239	153
Laufzeit gesamt	h	1459	772	500	261
Öl gewechselt		Ja	Ja	Ja	Ja
VERSCHLEIß					
Eisen	Fe mg/kg	32	21	13	12
Chrom	Cr mg/kg	2	1	0	0
Zinn	Sn mg/kg	0	1	0	0
Aluminium	Al mg/kg	6	4	5	5
Nickel	Ni mg/kg	0	1	0	0
Kupfer	Cu mg/kg	26	2	2	2
Blei	Pb mg/kg	3	2	0	2
PG-Index		OK	OK	OK	OK
VERUNREINIGUNG					
Silicium, Staub	Si mg/kg	5	1	2	1
Kalium	K mg/kg	2	2	3	0
Natrium	Na mg/kg	123	0	8	2
Wasser	%	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Glykol		negativ	negativ	negativ	negativ
Pflanzenöl	%	2,70	2,20	1,60	1,60
Dieselkraftstoff	%	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Rußgehalt	%	0,4	0,2	0,1	0,2
ÖLZUSTAND					
Viskosität bei 40°C	mm ² /s	96,68	97,22	95,05	92,00
Viskosität bei 100°C	mm ² /s	13,21	13,06	12,76	12,70
Viskositätsindex		135	132	131	135
Oxidation	Atom	23	22	16	17
Nitration	Atom	6	7	5	6
Sulfation	Atom	1	0	0	4
Schmutzabwehrvermögen	%	100	100	100	100
ADDITIVE					
Kalium	Ka mg/kg	2280	2321	2164	2300
Magnesium	Mg mg/kg	11	7	0	3
Bor	B mg/kg	12	4	4	6
Zink	Zn mg/kg	1071	1120	1055	1099
Phosphor	P mg/kg	954	1002	1076	1108
Barium	Ba mg/kg	0	1	0	0
Molybdän	Mo mg/kg	1	4	5	5
Schwefel	S mg/kg	5767	7716	7891	8472
ZUSATZTESTE					
AN	mg/KOH/g	2,96	2,62	2,33	2,49



Beschreibung der Prüfverfahren und Normen: www.wearcheck.de



LABORBERICHT

Probenbezeichnung **8115**
 Komponente **Pflanzenölmotor**
 Nummer der aktuellen Probe **WC 715154**

Seite 1 von 2

WEARCHECK GmbH • Postfach 1116 • 83094 Brannenburg

AG Bergland Clausnitz e.G.
 Herr Krüger
 Hauptstraße 13
 09623 Reichenberg-Bienenmühle

Maschinentyp: 6830
 Hersteller: John Deere
 Probe aus: Pflanzenölmotor
 Ölbezeichnung: Agip Profi 15W-40
 Ölmenge im System: 20 l

Diagnose der aktuellen Laborwerte

Die Verschleißmetalle haben sich seit der letzten Analyse kaum verändert. Falls noch kein Ölwechsel erfolgt ist, wäre eine weitere Verwendung des Öls bei ähnlichen Betriebsbedingungen unter Beibehaltung üblicher Wartungsarbeiten möglich. Bitte senden Sie uns zur Trendbeobachtung die nächste Probe nach weiteren 200 Stunden. Für diesen Zeitraum ist bei ähnlichen Betriebsbedingungen kein Ölwechsel notwendig.

Dipl.-Ing. Steffen Bots

Gesamtbewertung

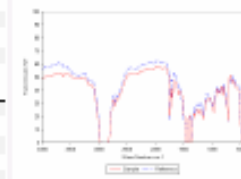


normal

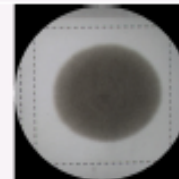
ANALYSENERGEBNISSE			Frühere Untersuchungen		
LABORNUMMER		Aktuelle Probe	WC 715154	WC 715150	WC 427360
GESAMTBEWERTUNG			✓	?	?
Untersuchungsdatum		16.05.2008	12.12.2007	12.12.2007	27.09.2007
Datum Probenentnahme		14.05.2008	10.12.2007	10.12.2007	25.09.2007
Datum letzter Ölwechsel		12.02.2008	10.12.2007	10.12.2007	15.06.2007
Nachfüllmenge seit Wechsel		0	0	0	0
Laufzeit seit Wechsel		250	200	200	200
Laufzeit gesamt		738	500	500	300
Öl gewechselt		-	Ja	Ja	Ja
VERSCHEIB					
Eisen	Fe	mg/kg	10	9	13
Chrom	Cr	mg/kg	0	0	1
Zinn	Sn	mg/kg	0	0	0
Aluminium	Al	mg/kg	3	5	5
Nickel	Ni	mg/kg	0	0	0
Kupfer	Cu	mg/kg	2	2	3
Blei	Pb	mg/kg	1	1	3
PO-Index	-		OK	OK	OK
VERUNREINIGUNG					
Silicium, Staub	Si	mg/kg	2	4	4
Kalium	K	mg/kg	2	4	2
Natrium	Na	mg/kg	0	0	1
Wasser	%		< 0,10	< 0,10	< 0,10
Glykol	-		negativ	negativ	negativ
Pflanzöl	%		2,30	2,40	2,60
Diäsekantstoff	%		< 0,30	-	< 0,30
Flußgummi	%		0,1	< 0,1	< 0,1
ÖLZUSTAND					
Viskosität bei 40°C	mm ² /s		89,81	93,14	96,48
Viskosität bei 100°C	mm ² /s		12,35	12,77	12,35
Viskositätsindex	-		132	134	135
Oxidation	Atom		21	17	21
Nitration	Atom		5	5	5
Sulfation	Atom		0	1	-
Schmutztragevermögen	%		100	100	100
ADDITIVE					
Kalium	Ka	mg/kg	2343	2039	2499
Magnesium	Mg	mg/kg	32	260	27
Bor	B	mg/kg	13	75	9
Zink	Zn	mg/kg	1124	630	1166
Phosphor	P	mg/kg	1015	633	1181
Barium	Ba	mg/kg	96	0	0
Molybdän	Mo	mg/kg	3	0	4
Schwefel	S	mg/kg	952	12171	9526



Infrarot-Spektrum



CCD-Tüpfel



Beschreibung der Prüfverfahren und Normen: www.wearcheck.de



Auszüge von Dokumentationen im Betrieb der AG „Bergland“ Clausnitz, auf die im QSS verwiesen wird

Lagerprotokoll

Lagerbezeichnung:

(E = Einlagerung)

Datum	Maßnahme	Feuchte	Temp.	Bemerkungen

Temperatur- und Feuchteprotokoll

Kontrollmessungen Raps - Temperaturen + Feuchte

Lagerbez.:

Datum	Messpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8
	oben								
	unten								
	Feuchte								
Datum	Messpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8
	oben								
	unten								
	Feuchte								

Wiegeliste**Rapsernte 2008**

Datum	Art	Sorte	FS	Hä	Brutto	Tara	Netto		1.Lagerort	akt.Lagerort	Feuchte	Abzug		Abzug gesamt	Nettoware
							Rohware	Besatz				Feuchte	Besatz		
05.08.2008	Raps	Ladoga+Lorenz	41+42	24	87,4	35,2	52,2	Trockner	Silo 1	12,0	3,30	1	4,3	49,96	
05.08.2008	Raps	Ladoga+Lorenz	41+42	24	79,4	35,2	44,2	Trockner	Silo 1	12,0	3,30	1	4,3	42,30	
05.08.2008	Raps	Ladoga+Lorenz	41+42	24	126,0	35,2	90,8	Trockner	Silo 1	12,0	3,30	1	4,3	86,90	
07.08.2008	Raps	Ladoga+Lorenz	41+42	24	120,4	35,2	85,2	Trockner	Silo 1	8,0	-1,10	1	-0,1	85,28	
07.08.2008	Raps	Ladoga+Lorenz	41+42	24	107,4	35,2	72,2	Trockner	Silo 1	8,0	-1,10	1	-0,1	72,27	
07.08.2008	Raps	Ladoga+Lorenz	41+42	24	116,0	35,2	80,8	Trockner	Silo 1	8,0	-1,10	1	-0,1	80,88	
07.08.2008	Raps	Ladoga+Lorenz	41+42	24	112,8	35,2	77,6	Trockner	Silo 1	7,0	-2,20	1	-1,2	78,53	
07.08.2008	Raps	Ladoga+Lorenz	41+42	24	128,6	35,2	93,4	Trockner	Silo 1	7,0	-2,20	1	-1,2	94,52	

Tagebuch Rapspresse

Tagebuch Rapspresse 2008

Rapssaatmengenerfassung

Datum	Menge Wochenbehälter		Menge Durchflusswaage		Abgang		Bemerkungen
	kum.		kum.		Reinig.	Filter	
	dt	dt	dt	dt	dt	dt	
1.1.08			34,02	34,02			Saat Nassau
2.1.08			27,07	61,09			
3.1.08			34,02	95,11			
4.1.08			29,00	124,11			

Tagebuch Rapspresse 2008

Ölmengenerfassung

Datum	Ölmengenzähler		Lagertank I				Lagertank II				Abgang
	kum.		Füllstand	Zugang	Abgang		Füllstand	Zugang	Abgang	Pressku.	
	Liter	Liter	Ist	Liter	Liter	an	Ist	Liter	Liter	an	dt
1.1.08	1.035	1.035	15.353	1.035			3.356	0			
2.1.08	941	1.976	15.594	941	700	s. Tagesabg.	0	0	3.356	Abgang	
3.1.08	1.127	3.103	16.721	1.127			0	0			

Rapssaatanlieferungen

Rapssaatlieferungen durch:

Datum	Brutto t	Tara t	Netto t	Feuchte %	Abzug Feuchte %	Besatz %	Temp. °C	Netto bei 8% t Saat
05.12.2008	10,72	3,92	6,80	9,3	1,41	3	15	6,50
05.12.2008	10,80	3,64	7,16	9,3	1,41	3	16	6,84
05.12.2008	10,98	3,92	7,06	9,3	1,41	3	15	6,75
05.12.2008	10,54	3,64	6,90	9,3	1,41	3	15	6,60

Transportmitteldokumentation

Transportmitteldokumentation für innerbetriebliche Druschfruchttransporte

Typ	Kennz.	Inv.-Nr	Reinigung am:
HW 80	BED-S 43	24	17.07.2008
HW 80	BED-X 205	32	17.07.2008
HW 80	FG-LH 25	29	17.07.2008

Anzeige des ersten Lagerortes der Rapssaatpartien

Rapsernte 2008

Pivot-Tabelle zur Anzeige des ersten Lagerortes der Rapssaatpartien

Art	(Alle)
-----	--------

Summe - Nettoware	1. Lagerort			Gesamtergebnis
	Box Nord	Trockner	Silo 6	
Viking	1.062	59	908	2.029
Ladoga + Lorenz	826	1.114		1.940
NK-Fair + Tenno	3.137			3.137
Gesamtergebnis	5.026	1.173	908	7.107

Ertragsermittlung schlagweise

Rapserte 2008

Pivot-Tabelle zur schlagweisen Ertragsermittlung

FS	41+42
----	-------

		Sorte	
Art	Daten	Ladoga+Lorenz	Gesamtergebnis
Raps	Summe - Rohware	1.124	1.124
	Summe - Nettoware	1.114	1.114
Gesamt: Summe - Rohware		1.124	1.124
Gesamt: Summe - Nettoware		1.114	1.114

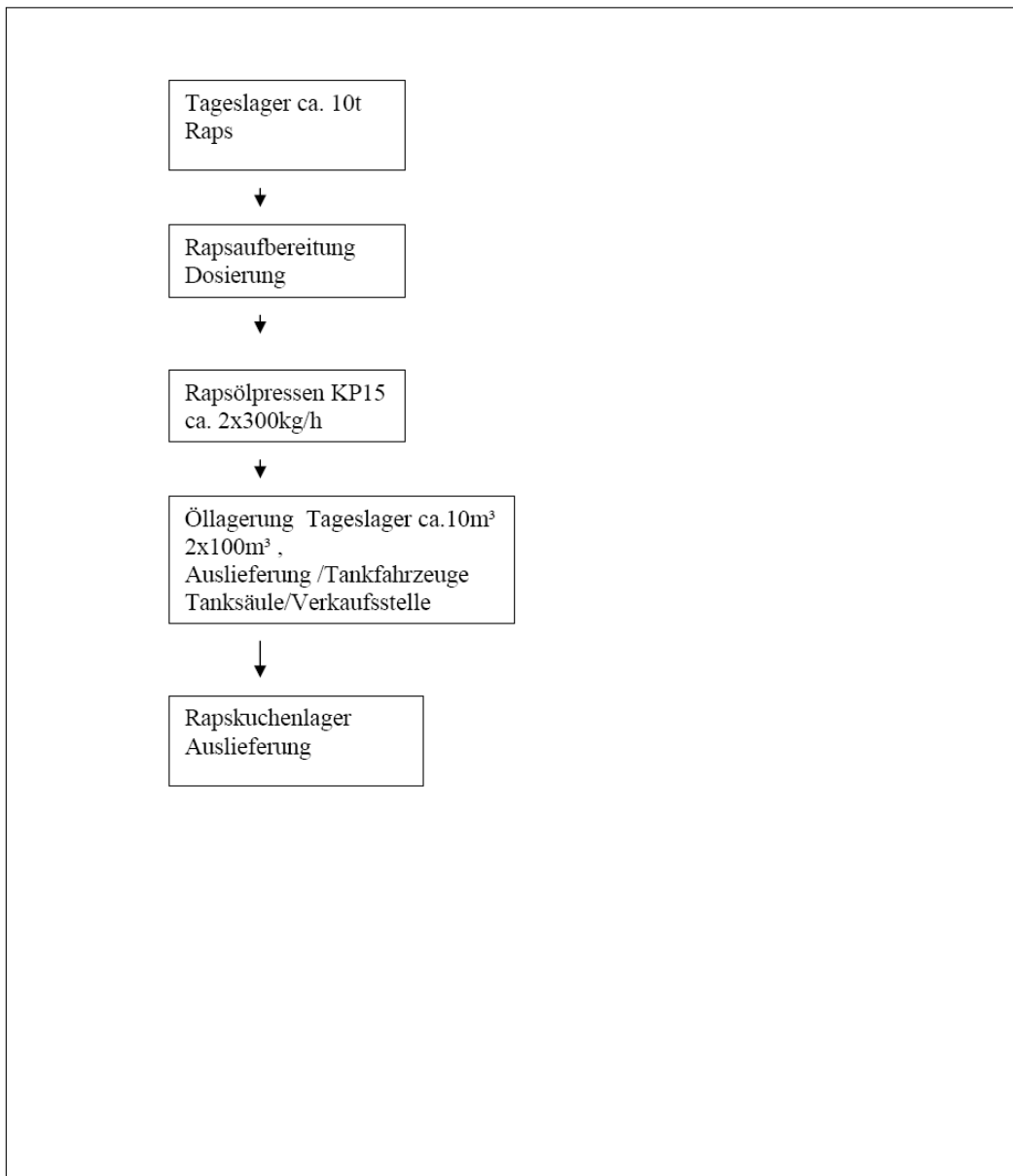
Sortenabrechnung

Abrechnung Rapserte 2008

Feldstück	Nr.	41+42	171-175	181-191	Summen
Anbaufläche	ha	68,94	79,38	67,91	216,23
Ertrag	dt/ha	28,14	39,52	29,88	32,87
Rohware	dt	1.958	3.176	2.047	7.180,70
Nettoware	dt	1.940	3.137	2.029	7.106,54
Abzüge	%	0,89	1,23	0,86	1,03
Sorte		Ladoga+Lorenz	Tenno+NK-Fair	Viking	

B Dokumentation QSS Rapsöl GmbH

Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf Muldaer Str.1 09618 Großhartmannsdorf Tel.037329 / 291 Fax. 292	Fließbild - Rapsölpresse	R 0.03	RPÖ GH
	Erstellt: Freigabe: 25.09.06 Datum: Unterschrift:		



Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf Muldaer Str.1 09618 Großhartmannsdorf Tel.037329 / 291 Fax. 292	Tagesbericht-Verarbeitung Datum:		RC 3.16	RPÖ GH
	Erstellt:	Freigabe: 11.08.06		
	Datum:	Unterschrift:		

Elektroverbrauch	Zählerstand <input type="text"/>	Aufnahme -A- <input type="text"/>	Temperatur Silo I <input type="text"/>	Silo II <input type="text"/>
Verbrauch Rapssaat	Zählerstand <input type="text"/>	Umrechnung x50kg <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Öl-gefiltert	Zählerstand <input type="text"/>	Filterzeit -min Umpumpen Filterzeit Trocknung	Nachreinigung – bar Beutelfilter 1 Kerzenfilter 2 Kerzenfilter	
Presse I	Frequenz –U/min <input type="text"/>	Leistung – A- <input type="text"/>	Störung <input type="text"/>	
Dosierschnecke I	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Presse II	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Dosierschnecke II	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Zumessschnecke von Bunker	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Rapssaat	Feuchte:	Temperatur:		
Bemerkungen	<input type="text"/>			
Anlagenfahrer Unterschrift :				

Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf Muldaer Str. 1 09618 Großhartmannsdorf Tel.037329 / 291 Fax. 292	Monatsbericht- Verarbeitung		C 3.15.2	RPÖ GH
	Erstellt:	Freigabe: 14.10.06		
	Datum:	Unterschrift:		

	Presse I	Presse II	
Betriebsstunden	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	Zählerstand MWh alt + neu	Monat / kWh	Verbrauch kw/h - kum
Elektroverbrauch	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Zählerstand/Anfang	Monat / t	Verbrauch t / kum
Rapssaat-Verbrauch	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Zählerstand/Ende		Bestand/kum.
Rapssaat Einlagerung	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Zählerstand / Anfang - Ende		Lagerbestand
Öl-gefiltrert	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			Ölproduktion / kum
Öl- Verkauf	Auslieferung –Monat / t		Auslieferung /t kum.
	<input type="text"/>		<input type="text"/>
Rapskuchen-Verkauf	<input type="text"/>		<input type="text"/>
Rapskuchen / ÖL ges. aus Produktion			<input type="text"/>
Bemerkungen	<input type="text"/>		
Unterschrift:		

Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf Muldaer Str.1 09618 Großhartmannsdorf Tel.037329 / 291 Fax. 292	Monatsbericht- Verarbeitung		C 3.15.1	RPÖ GH
	Erstellt:	Freigabe: 30.05.07		
	Datum:	Unterschrift:		

	Presse I	Presse II
Betriebsstunden	5131 Bh	5142 Bh
	Monat / kwh	Verbrauch kw/h - kum
Elektroverbrauch	12690	36170
Rapssaat Einlagerung	5580 t	Bestand ~ 1500-1700 t
	Auslieferung –Monat / t	Auslieferung /t kum.
Öl - Verkauf	150,460 t	1063,580 t
Rapskuchen-Verkauf	197,560 t	2270,470 t
Rapskuchen / ÖL ges. aus Produktion		3334,050 t
Lager - und Verarbeitungsverluste sind in dieser Aufstellung noch nicht berücksichtigt.		

Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf Muldaer Str. 1 09618 Großhartmannsdorf Tel.037329 / 291 Fax. 292	Tagesbericht-Trockner		C 3.15.1	RPÖ GH
	Erstellt:	Freigabe: 25.07.07		
	Datum:	Unterschrift:		

Aufzeichnung der Trocknerparameter:					
Zeit ca.30min	Brennertemp.	Korn temp.	Zeitintervall I	Zeitintervall II	Feuchte

Rapsöl GmbH Großhartmannsdorf Muldaer Str.1 09618 Großhartmannsdorf Tel.037329 / 291 Fax. 292	Tagesbericht-Verarbeitung Datum:	C 3.15 1	RPÖ GH
	Erstellt: Freigabe: 08.04.08 Datum: Unterschrift:		

	Zählerstand /MW	Verbrauch/d-kwh	kwh/Bh	kwh / Liter
Elektroverbrauch	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Zählerstand	Verbrauch t /d	Verbrauch / t- rech.	
Verbrauch Rapssaat	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	Zählerstand	ÖL -l /Bh	Nachreinigung – bar	
Öl-gefiltert /l	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Beutelfilter 1 Kerzenfilter 2 Kerzenfilter Dosierer Hz Bigbag wechsel:	
	Öl / l – d	Öl / l.min		
Ölstand vom Tank/l	<input type="text"/>			
	Presse I	Presse II	Störungen	
Betrieb./h	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Temp./°C	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Presse/A	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Dosier./Hz	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Fördsch./Hz	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Rapssaat	°C Feuchte: %	Filterzusatz	<input type="checkbox"/> ja	Frequenz Hz g/min
Öl -Temperatur	°C	Wechsel-Filterzusatz	<input type="checkbox"/> ja	Datum Öl Zählerstand
		Köderbox kont.	<input type="checkbox"/> ja	nachgelegt <input type="checkbox"/>
Rapskuchen –Auslieferung:		Probe Nr.:		
Rapsöl – Auslieferung:		Probe Nr.:		
Bemerkungen	<input type="text"/>			
Anlagenfahrer Unterschrift :			

Impressum

- Herausgeber:** Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg
- Autoren:** Erik Ferchau, Torsten Krüger, Sophia Kiesevalter, Sabine Kunzmann,
Mirko Martin, Matthias Hetze, Karsten Nürnberger
Verein zur Förderung von Biomasse und nachwachsenden Rohstoffen
Freiberg e.V.
Hauptstr. 13, 09623 Clausnitz
Telefon: 037327 83930
Telefax: 037327 1293
E-Mail: ferchau@biomasse-freiberg.de
- Redaktion:** Dr. Michael Grunert
Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Pflanzliche Erzeugung
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig
Telefon: 0341 9174-147
Telefax: 0341 9174-149
E-Mail: michael.grunert@smul.sachsen.de
- Endredaktion:** Präsidialabteilung
Öffentlichkeitsarbeit
- ISSN:** 1867-2868
- Redaktionsschluss:** November 2009

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.