



Dezentrale Pflanzenölherstellung



Dr. Edgar Remmele

Dezentrale Pflanzenölherstellung

Juni 2007

Die dieser Veröffentlichung zugrunde liegenden Forschungsarbeiten wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten sowie dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gefördert.

Landwirtschaftsoberrat Dr. Edgar Remmele ist Leiter des Sachgebiets Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe am Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing
Technologie- und Förderzentrum (TFZ), im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Schulgasse 18 • 94315 Straubing, Tel.: 09421 300 210, Fax: 09421 300 211, Email: edgar.remmele@tfz.bayern.de, URL: <http://www.tfz.bayern.de>

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Prof. Dr. Yves Reckleben

Am Kamp 13, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-847940, Fax: 04331-847950

Internet: www.rkl-info.de; E-mail: mail@rkl-info.de

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 0.4

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiger Beratungsring mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

Inhalt

1	Ölsaatenverarbeitung in Deutschland	868
2	Bedeutung der dezentralen Ölsaatenverarbeitung.....	869
3	Planung einer dezentralen Ölmühle	872
3.1	Analyse der regionalen Märkte.....	872
3.2	Abschätzung der Stoffströme	873
3.3	Anlagenkomponenten einer dezentralen Ölmühle	873
3.3.1	Saatlager und Saatfördereinrichtungen.....	874
3.3.2	Saatzwischenbehälter und Saatvorwärmung	875
3.3.3	Schneckenpresse.....	875
3.3.4	Trübölbehälter	881
3.3.5	Systeme zur Reduzierung unerwünschter Fettbegleitstoffe	882
3.3.6	Systeme für die Hauptreinigung	882
3.3.7	Systeme für die Endfiltration	886
3.3.8	Pumpen.....	889
3.3.9	Reinöllager	890
3.3.10	Presskuchenlager	891
3.3.11	Abgabestellen	892
3.4	Qualitätssicherung	892
3.5	Rechtliche Rahmenbedingungen	894
3.5.1	Energiesteuergesetz	894
3.5.2	Marktordnungswaren-Meldeverordnung.....	895
3.6	Betriebswirtschaftliche Aspekte.....	895
4	Faustzahlen.....	899
5	Weiterführende Literatur.....	899
6	Adressen	900

1 Ölsaatenverarbeitung in Deutschland

Aus Ölsaaten kann sowohl in industriellen Ölmühlen (zentrale Ölmühlen, Großanlagen) mit hoher Verarbeitungskapazität als auch in dezentralen Kleinanlagen (dezentrale Ölmühlen) mit geringer Verarbeitungskapazität Pflanzenöl produziert werden.

Bei Erzeugnissen aus zentralen Ölmühlen handelt es sich in der Regel um heißgepresste, mit Lösungsmittel extrahierte und vollraffinierte Pflanzenöle, während in dezentralen Anlagen durch schonende Ölsaatenverarbeitung so genannte kaltgepresste Pflanzenöle hergestellt werden, die keine Raffinationsschritte durchlaufen. Die Rapssaatqualität, der Abpressvorgang und die Ölreinigung (Fest/Flüssig-Trennung) nehmen deshalb bei der dezentralen Ölsaatenverarbeitung großen Einfluss auf die Ölqualität. Die Unterschiede zwischen den beiden Ölgewinnungsverfahren zeigen

Abb. 1 und

Abb. 2.

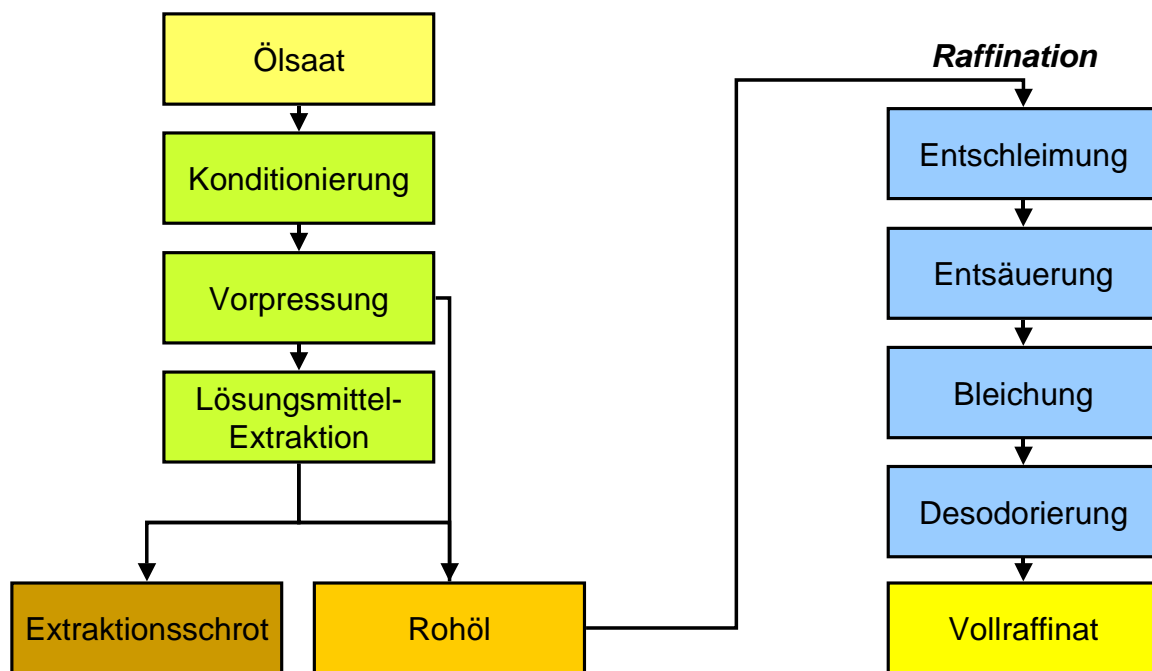


Abb. 1: Ölsaatenverarbeitung in (zentralen) industriellen Ölmühlen

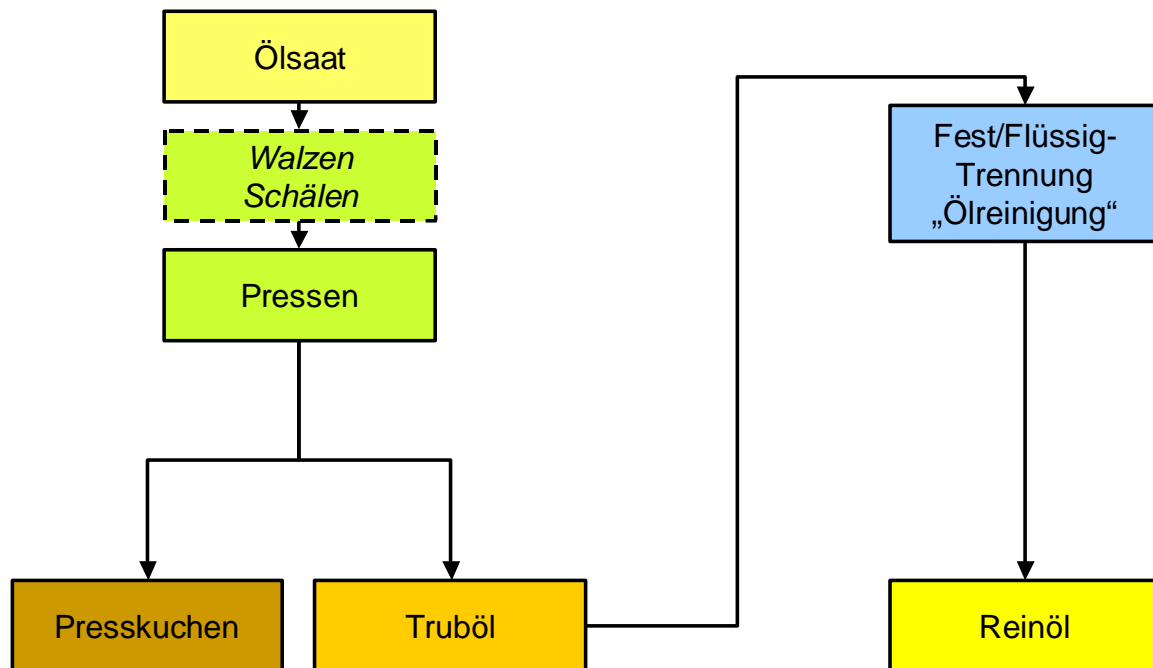


Abb. 2: Ölsaatenverarbeitung in (dezentralen) Kleinanlagen

2 Bedeutung der dezentralen Ölsaatenverarbeitung

Die Zahl der dezentralen Ölsaatenverarbeitungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland steigt seit 15 Jahren stetig an. Aus diesem Anlass führte das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Frühjahr 2004, im Auftrag des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) und finanziell unterstützt durch die Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP) eine Umfrage durch mit dem Ziel, belastbares Datenmaterial über die Branche zu erhalten. 90 Fragebögen (37 %) konnten ausgewertet werden und lieferten folgendes Ergebnis:

Im Jahr 1999 waren ca. 79 dezentrale Ölmühlen bekannt, im Frühjahr 2004 mindestens 219 Anlagen in Betrieb. In Bayern (93) und Baden-Württemberg (36) waren zusammen rund 60 % der dezentralen Ölmühlen angesiedelt. Einen deutlichen Zuwachs an Betrieben konnten vor allem Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz sowie Brandenburg verzeichnen.

Die befragten Ölmühlen wurden überwiegend ab dem Jahr 1991 in Betrieb genommen. Nur 2 % der Ölmühlen bestehen bereits länger. In den Jahren 1991 bis 1995 wurden rund 20 %, zwischen den Jahren 1996 und 2000 29 % der Betriebe errichtet. Ein starker Zuwachs erfolgte in den Jahren 2001 bis 2004, in diesem Zeitraum wurden 49 % der Ölsaatenverarbeitungsanlagen in Betrieb genommen. Über 70 % der befragten Betreiber einer dezentralen Ölmühle würden, falls sie vor der Entscheidung stünden, wieder eine Ölgewinnungsanlage errichten.

Eine Hochrechnung auf 219 ölsaatenverarbeitende Betriebe ergab für das Jahr 2003 eine verarbeitete Menge Rapssaat von ca. 380.000 t und eine erzeugte Ölmenge von 127.000 t. Dies bedeutet, dass in dezentralen Ölmühlen im Jahr 2003 etwa 10 % der deutschen Rapsernte verarbeitet wurde.

Verarbeitungskapazitäten von bis zu 50 kg Saat pro Stunde wiesen 41 % der befragten Ölmühlen auf. Ölgewinnungsanlagen mit Durchsatzraten zwischen 50 kg und 500 kg Saat pro Stunde machten zusammen rund 43 % der Anlagen aus. Die Verarbeitung von über 500 kg Saat pro Stunde war in 16 % der Betriebe möglich.

Rund 13 % der Ölgewinnungsanlagen nutzten ausschließlich Ölsaaten aus dem eigenen landwirtschaftlichen Betrieb. Saat aus der Region in einem Umkreis von bis zu 25 km wurde von 55 %, in einem Umkreis von bis zu 50 km von 20 % der Befragten verarbeitet. Das produzierte Öl wurde von rund 11 % der Ölmühlenbetreiber ausschließlich selbst verwertet. Ein Viertel der Befragten lieferte das Öl bis zu 25 km und ein weiteres Viertel bis zu 50 km im Umkreis ihrer Ölmühle aus. Lieferungen zu weiter entfernten Abnehmern wurden von 36 % der Ölproduzenten durchgeführt. Den gewonnenen Presskuchen verwendeten etwa 11 % der Befragten ausschließlich in ihrem eigenen Betrieb, 54 % vermarkteten Presskuchen in einem Umkreis von bis zu 25 km, weitere 16 % in einem Umkreis bis zu 50 km. Neben der unmittelbaren Verwendung als Tierfutter, wird Presskuchen auch an die Futtermittelindustrie verkauft. In seltenen Fällen wird Presskuchen in Biogasanlagen eingesetzt.

Als Produktionsschwerpunkt gaben 49 % der Betriebe die Herstellung von Rapsölkraftstoff an, gefolgt von den Produkten Speiseöl (20 %) und Futteröl (17 %). Weitere Erzeugnisse, wie technische Öle oder Rapsöl als Rohstoff für die Biodieselproduktion wurden zu 14 % als Schwerpunkt der Produktion angeführt. In einigen Betrieben wurde als wichtigstes Produkt nicht Öl sondern Presskuchen für die Fütterung hergestellt. Als Rohstoff für die Biodieselproduktion wurden 58 % des gewonnenen Öles abgesetzt. Weitere Marktsegmente sind Rapsölkraftstoff (22 %), Futteröl (14 %), technische und sonstige Öle (5 %) sowie Speiseöl (1 %).

Zum Stand März 2007 sind rund 577 dezentrale Ölmühlen bekannt. Die Verteilung der Betriebe über die Bundesländer zeigt Tab. 1. Eine Hochrechnung der Verarbeitungskapazität auf Basis der 2004 erhobenen Anlagengröße ergibt, dass derzeit in dezentralen Ölmühlen knapp 1.000.000 t Rapssaat zu mehr als 333.000 t Öl verarbeitet werden. Die Gesamtkapazität dezentraler Ölmühlen dürfte jedoch höher liegen, da nach Auskunft von Ölpresenherstellern es sich in den Jahren 2005 und 2006 bei 25 – 30 % der Aufträge um Erweiterungen bestehender Ölmühlen handelte.

Tab. 1: Dezentrale Ölmühlen in Deutschland

Bundesland	Anzahl der Anlagen
Baden-Württemberg	63
Bayern	238
Berlin	-
Brandenburg	19
Bremen	-
Hamburg	1
Hessen	25
Mecklenburg-Vorpommern	13
Niedersachsen	55
Nordrhein-Westfalen	72
Rheinland-Pfalz	38
Saarland	2
Sachsen	18
Sachsen-Anhalt	12
Schleswig-Holstein	7
Thüringen	14
Summe	577

Waren vor wenigen Jahren noch hauptsächlich Landwirte und landwirtschaftliche Genossenschaften Betreiber dezentraler Ölmühlen so interessieren sich zwischenzeitlich immer mehr Spediteure sowie andere landwirtschaftsferne Branchen für die Ölsaatenverarbeitung in Kleinanlagen. Nach wie vor liegen jedoch für die Landwirtschaft große Chancen in der dezentralen Ölsaatenverarbeitung. Das Hauptziel vieler Landwirte, die Wertschöpfung zu erhöhen, lässt sich mit der Forderung der Umweltschonung, wie **Tab. 2** zeigt, in nahezu idealer Weise verknüpfen.

Tab. 2: Ziele und Merkmale der dezentralen Ölgewinnung (nach WIDMANN 1999)

	Erhöhung der Wertschöpfung	Schonung der Umwelt
Merkmale der dezentralen Ölgewinnung	▪ geringe Transportkosten	▪ kurze Transportwege
	▪ geringer technischer Aufwand	▪ geringer Energieverbrauch ▪ geringer / kein Chemikalieneinsatz ▪ geringer / kein Abwasseranfall
	▪ Wirtschaften in Stoffkreisläufen	▪ Wirtschaften in Stoffkreisläufen

Grundvoraussetzung für die Errichtung und den erfolgreichen Betrieb einer Ölgewinnungsanlage ist in jedem Fall eine vorhergehende Analyse der regionalen Märkte und eine detaillierte Anlagenplanung.

3 Planung einer dezentralen Ölmühle

Zunächst sollte der künftige Betreiber einer dezentralen Ölgewinnungsanlage sich mit der Frage auseinandersetzen, welche Produkte in der Ölmühle erzeugt werden sollen beziehungsweise anfallen. Selbstverständlich ist es möglich, in einer Ölmühle sowohl Rapsölkraftstoff, Grundöl für Schmierstoffe oder für die Umesterung zu Biodiesel, Speiseöle oder auch gezielt Presskuchen als Futtermittel zu produzieren. Jedoch stellt jedes Produkt an die Auslegung der Ölmühle, zum Beispiel hinsichtlich der Hygiene, der Abfüllanlagen, der Lagerhaltung und der Qualitätssicherungsmaßnahmen, andere Anforderungen. Soll Öl für verschiedene Verwendungszwecke produziert werden, so sinkt zwar das unternehmerische Risiko aus betriebswirtschaftlicher Sicht, da unterschiedliche Märkte bedient werden können und Nachfrageschwankungen für einzelne Produkte sich nicht so stark auswirken, jedoch steigen die erforderlichen Aktivitäten bezüglich der Vermarktung. Vor allem der Arbeitszeitaufwand für die Vermarktung von kaltgepressten Speiseöl-Spezialitäten an lokale Abnehmer oder Distributoren sollte nicht unterschätzt werden. Außerdem sollte vorab geklärt werden, ob unterschiedliche Ölsaaten oder nur eine Ölsaart verarbeitet werden sollen und ob die erzeugten Produkte nur der Eigenversorgung dienen oder ob diese auch, vielleicht zu einem späteren Zeitpunkt, an Dritte verkauft werden sollen. Bei der Planung einer Ölmühle ist es sicherlich empfehlenswert, professionelle Hilfe hinzuzuziehen. Unterstützung bei der Planung wird sowohl von Ingenieurbüros als auch von Ölpresen- oder Filterherstellern angeboten. Aber auch Berufskollegen oder der Bundesverband dezentraler Ölmühlen e.V. können wertvolle Tipps bei der Errichtung einer dezentralen Ölmühle geben. Nicht zuletzt stehen auch die Berater der Landwirtschaftsämter und Kammern helfend zur Seite.

3.1 Analyse der regionalen Märkte

Ein wesentliches Merkmal der dezentralen Ölgewinnung ist der Bezug der Ölsaat aus der Region und die Vermarktung von Öl und Presskuchen in der Region mit dem Ziel Transportwege und somit -kosten einzusparen. Die Planung der Verarbeitungskapazität einer dezentralen Anlage richtet sich vor allem danach, wie viel Saat aus der Region zu günstigen Konditionen mit geringem Transportkostenaufschlag bezogen werden kann und welche Mengen der erzeugten Produkte wiederum regional vermarktet werden können. Außerdem sollte geklärt werden, ob die Saat auch in der erforderlichen Qualität zur Verfügung steht, denn in dezentralen Ölmühlen lässt sich ausschließlich ein sauberer, voll ausgereifter und hygienisch einwandfreier Rohstoff zu qualitativ hochwertigen Produkten weiter verarbeiten. Es ist durchaus bereits gängige Praxis, dass die Rohstoffversorgung auch für kleine Ölmühlen über Anbauverträge und Lagerungsverträge mit speziellen Vorgaben abgesichert wird. Sind bereits Ölmühlen in der Region in Produktion sollte auch zuvor geprüft werden, ob eine Be-

teilung an der bestehenden Anlage der Errichtung einer Neuanlage vorzuziehen ist oder ob eine Lohnverarbeitung eine wirtschaftlichere Alternative darstellt. Häufig ist in der Praxis das Nadelöhr einer dezentralen Ölmühle die Vermarktung des Presskuchens als Futtermittel. Deshalb sollte bei der Planung unbedingt analysiert werden, welche Abnehmer für Presskuchen dauerhaft in Frage kommen und welche Erlöse durchschnittlich erzielt werden können. Es kann auch ratsam sein vorab mit Unterstützung unabhängiger Fütterungsberater potenzielle Abnehmer über die Einsatzmöglichkeiten von Presskuchen zu informieren und somit den Markt vorzubereiten. Außerdem kann es hilfreich sein, vor dem geplanten Bau der Anlage mit dem Handel zugekauften Presskuchens zu beginnen, um auf diese Weise die Aufnahmefähigkeit des Markts zu testen. Landwirte treten dezentralen Ölmühlen gegenüber häufig als Rohstofflieferant und zugleich als Abnehmer von Rapsölkraftstoff und Presskuchen auf. Hier bieten sich dem Ölmühlenbetreiber sehr gute Möglichkeiten zum Beispiel über kleine finanzielle Anreize (Aufschlag beim Saatpreis) den Landwirt sowohl als Vorlieferanten, als auch als Kunden langfristig zu binden. Schließlich ist zu prüfen, auf welche Weise die Rückstände der Ölreinigung, wie zum Beispiel Filterkuchen oder Sediment, vermarktet oder anderweitig verwertet werden können.

3.2 Abschätzung der Stoffströme

Als Ergebnis der Marktanalyse, kann eine Abschätzung vorgenommen werden, welche Mengen an Öl und Presskuchen in der Region absetzbar sind. Aus den Mengen an Öl, beziehungsweise Presskuchen, die vermarktet werden können, zuzüglich dem Eigenbedarf an Öl und Presskuchen, errechnet sich die Zielvorgabe für die jährliche Produktion der Ölmühle. Bei der Berechnung der notwendigen Verarbeitungskapazität der Ölmühle sollte mit mindestens 250 Produktionstagen, pro Jahr kalkuliert werden. Als Faustformel gilt, dass in dezentralen Anlagen aus **1.000 kg Rapssaat**, mit einem durchschnittlichen Ölgehalt von 42 Masse-% und bei einem durchschnittlichen Abpressgrad von 80 %, **ca. 340 kg Öl** und **660 kg Presskuchen** erzeugt werden können.

3.3 Anlagenkomponenten einer dezentralen Ölmühle

Eine dezentrale Ölmühle besteht im Wesentlichen aus folgenden Anlagenkomponenten: Saatlager, Saاتفördereinrichtung, Saatzzwischenbehälter, (Saatvorwärmung), Schneckenpresse, Presskuchenlager, Truböltank, Apparate zur Hauptreinigung (Sedimentationsanlage oder Filter), Sicherheitsfilter, End- oder Feinfilter und Reinöltank. **Abb. 3** zeigt eine schematische Darstellung einer dezentralen Ölmühle.

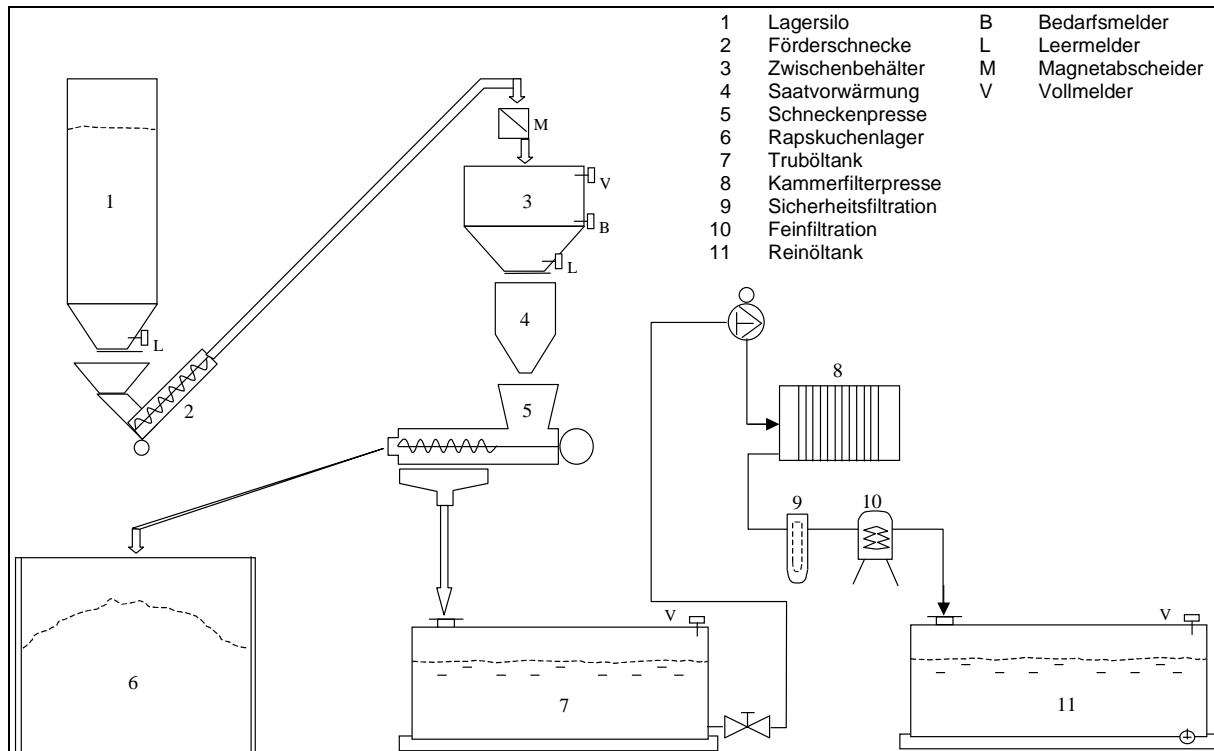


Abb. 3: Schematische Darstellung einer dezentralen Ölmühle
(Quelle: Meyer, M. und M. Stettler, SHL Zollikofen, Schweiz (2006))

3.3.1 Saatlager und Saatfördereinrichtungen

Die Rapssaat muss zur Einlagerung einen Wassergehalt von 7 bis maximal 8 Masse-% aufweisen. Nur dann ist eine längerfristige Gesunderhaltung der Saat möglich und die optimalen Voraussetzungen für die Ölpressung gegeben. Der Anteil an Besatz und Bruchkorn sollte weniger als 1 % betragen. Wird Saat zugekauft mit höheren Anteilen Besatz und Bruchkorn, muss die Saat nachgereinigt werden. Zur Saatreinigung empfiehlt sich eine Kombination von Siebung und Sichtung. Das Lager in dem die Saat für die Verarbeitung in einer dezentralen Ölmühle bevorratet werden soll, muss mit einer Möglichkeit zur Saatbelüftung beziehungsweise –kühlung ausgestattet sein. Saatterperaturen im Lager sollten 12 °C nicht überschreiten. Eine qualitätserhaltende Lagerung der Saat ist wichtigste Voraussetzung für die Produktion eines qualitativ hochwertigen Rapsöls und Presskuchens. Das Saatlager sollte in mehrere Einzellagerstätten unterteilt sein, so dass unterschiedliche Saatqualitäten, gegebenenfalls auch Sorten, getrennt voneinander eingelagert werden können. Bei den Saatfördereinrichtungen ist darauf zu achten, dass vor allem die Saat bei der Einlagerung nicht beschädigt wird, da hohe Anteile an Bruchkorn sich negativ auf die Ölqualität auswirken. Für die exakte Mengenerfassung und Durchsatzbestimmung der Ölpressen ist es vorteilhaft, eine Durchlaufwaage einzubauen.

3.3.2 Saatzwischenbehälter und Saatvorwärmung

Der Saatzwischenbehälter sollte zumindest die Menge Rapssaat aufnehmen können, die pro Tag, beziehungsweise über ein Wochenende, verarbeitet wird. Der Zwischenbehälter dient dazu, die kontinuierliche Versorgung der Ölpresse mit Ölsaat zu gewährleisten. Außerdem ermöglicht der Zwischenbehälter vor allem in den Wintermonaten eine Angleichung der Saatterperatur an die Pressenraumtemperatur. Dadurch lässt sich Kondensation der Luftfeuchte im warmen Pressenraum an der kalten Saat vermeiden. Eine Saatvorwärmung ist dann oftmals nicht mehr erforderlich. Für die Verarbeitung von Rapssaat in dezentralen Ölmühlen im Kaltpressverfahren sollte, wenn überhaupt, die Saat nur moderat auf Umgebungstemperatur angewärmt werden. Hohe Saatterperaturen bei der Verarbeitung erhöhen zwar den Abpressgrad, begünstigen jedoch den Anstieg unerwünschter Fettbegleitstoffe im Öl, die zu hohen Gehalten an Phosphor, Calcium und Magnesium im Öl führen. Die Nutzung der Abwärme der Ölpresse zur direkten Saatvorwärmung mittels eines Gebläses ist nicht empfehlenswert, da bei der Ölpresung Wasserdampf an die Umgebungsluft abgegeben wird, und dieser an der (kalten) Saat kondensieren kann. Die Saatzuführung zur Ölpresse sollte mit einer entsprechenden Dosiereinrichtung ausgestattet sein, um die der Ölpresse zugeführte Saatmenge beeinflussen zu können. Ein Quetschen oder Brechen der Rapssaat mit einem Walzenstuhl vor der Zuführung zur Ölpresse, ist in der Regel nicht sinnvoll, da dadurch weder die Ausbeute erhöht, noch in der Summe Energie eingespart wird. Eine Saatschälung ist nur für die Erzeugung von Ölspezialitäten empfehlenswert. Zum Schutz der Ölpresse vor unnötigem Verschleiß und größeren Schäden an den Presswerkzeugen, sollte die Saatzuführung mit einem Magnetabscheider ausgestattet werden. Mit diesem können zumindest ferromagnetische Störstoffe aus der Saat entfernt werden.

3.3.3 Schneckenpresse

Schneckenpressen für die Verarbeitung von Ölsaaten lassen sich nach verschiedenen Bauformen unterscheiden. Wesentliche Unterschiede liegen in der Gestaltung des Seiher, in dem sich die Schnecke dreht. Bei den Lochseiher-Schneckenpressen, wie in **Abb. 4** gezeigt, ist der Presszylinder durch kreisrunde Bohrungen perforiert. Am Presskopf befindet sich eine Pressdüse, die die zylindrische Form des Presskuchens (Pellets) bestimmt. Seiherstab-, wie in **Abb. 5** dargestellt sowie Seiher-scheiben-Schneckenpressen haben Seiherstäbe bzw. -scheiben, die in definierten Abständen parallel zueinander angeordnet sind. Der Ölaustritt erfolgt über die Spalten zwischen den Seiherstäben, beziehungsweise -scheiben. Der Presskuchen wird am Ende der Pressschnecke in Form kleiner Plättchen ausgetragen: Optional sind hier auch Pelletiereinrichtungen möglich. Im kleineren Leistungsbereich mit einer Durchsatzleistung bis etwa 75 kg Rapssaat pro Stunde kommen überwiegend Lochseiher-Schneckenpressen zum Einsatz und im größeren Leis-

tungsbereich bis zu 3000 kg Rapssaat pro Stunde werden vor allem Seiherstab-Schneckenpressen verwendet. Schneckenpressen zur Ölgewinnung werden in Deutschland derzeit von 14 Firmen angeboten.



Abb. 4: Ölaustritt an einer Lochseiher-Schneckenpresse



Abb. 5: Ölaustritt an einer Seiherstab-Schneckenpresse

Eine Übersicht über die angebotenen Pressentypen der verschiedenen Hersteller mit den jeweiligen Verarbeitungskapazitäten zeigt Tab. 3.

Über die Qualität von Ölpresen verschiedener Hersteller, den erzielbaren Abpressgrad sowie deren besonderen Eignung für die Herstellung von Rapsölkraftstoff wurden bisher keine vergleichenden Untersuchungen durchgeführt. Tendenziell werden jedoch mit Ölpresen, die mit Lochseiher ausgestattet sind, geringere Phosphor-, Calcium- und Magnesiumgehalte im Öl erzielt als mit Pressen, die mit Seiherstabkorb ausgeführt sind. Die Gründe hierfür liegen vermutlich in den kürzeren Kontaktzeiten des Pressguts mit heißen Pressenbauteilen.

Die Betriebsbedingungen der Ölpresse lassen sich unter anderem durch den erzielten Abpressgrad beschreiben. Der Abpressgrad APG wird bezogen auf die Trockenmasse TM und ist nach WIDMANN (1994) definiert als prozentualer Anteil des gewonnenen Öles am Ölgehalt der Saat. Der Abpressgrad wird gemäß SCHUMANN (2003) nach folgender Formel berechnet:

$$APG (TM) = 100 \cdot \frac{\text{Ölgehalt (TM)}_{\text{Saat}} - \text{Ölgehalt (TM)}_{\text{Presskuchen}}}{\text{Ölgehalt (TM)}_{\text{Saat}} \cdot \left(1 - \frac{\text{Ölgehalt (TM)}_{\text{Presskuchen}}}{100} \right)}$$

Bei der dezentralen Ölsaatenverarbeitung werden Abpressgrade, bezogen auf die Trockenmasse, von durchschnittlich 80 Masse % erzielt.

Tab. 3: Hersteller von Ölpresen nach Verarbeitungskapazität

Verarbeitungs-kapazität	Firma	Typ	Bauform
bis 50 kg/h	Anton Fries Maschinenbau GmbH	500 R	Lochseiher
	Distler Metallbau GmbH	P50	Seiherstab
	Egon Keller GmbH & Co. KG	P0020	Seiherstab
	Farmet a. s.	UNO	Lochseiher
		DUO	Lochseiher
	IBG Monforts GmbH & Co. KG – OEKOTEC	CA59G	Lochseiher
		D851G	Lochseiher
		DD85G	Lochseiher
	Import – ERHARD GmbH	k. A.	Lochseiher
	Mayerhofer Maschinenbau	R300F	Lochseiher
		R600F	Lochseiher
	Maschinenfabrik Reinartz GmbH & Co. KG	AP 08	Lochseiher
	Michael Mailler Ölpresstechnik	MLP 5	Lochseiher
	Karl Strähle GmbH + Co. KG	SK60/1	Seiherscheiben
		SK60/2	Seiherscheiben
Screw-press GmbH - KernKraft	KK 8	Lochseiher	
	KK 20	Lochseiher	
	KK 40	Lochseiher	
bis 100 kg/h	Egon Keller GmbH & Co. KG	P0101	Seiherstab
	IBG Monforts GmbH & Co. KG – OEKOTEC-	S120F	Lochseiher
	Maschinenfabrik Reinartz GmbH & Co. KG	AP 10/06	Seiherstab
bis 500 kg/h	CIMBRIA SKET GmbH	KP 15	Seiherstab
	Egon Keller GmbH & Co. KG	P0500	Seiherstab
	Farmet a. s.	L 200	k. A.
	Import – ERHARD GmbH	k. A.	Seiherscheiben
	Karl Strähle GmbH + Co. KG	SK130/3	Seiherstab
		SK190/1	Seiherstab
	Maschinenfabrik Reinartz GmbH & Co. KG	AP 12	Seiherstab
		AP 14/22	Seiherstab
		AP 14/30	Seiherstab
	Screw-press GmbH - KernKraft	KK 140 F	Seiherstab
KK 500 F*		Seiherstab	
über 500 kg/h	CIMBRIA SKET GmbH	KP 21	Seiherstab
		KP 26	Seiherstab
	Harburg-Freudenberger Maschinenbau GmbH	EP 08	Seiherstab
		EP 16	Seiherstab
	Farmet a. s.	S 1000	k. A.
		S 2000	k. A.
	Import – ERHARD GmbH	k. A.	Seiherstab
	Karl Strähle GmbH + Co. KG	SK250/1	Seiherstab
	Maschinenfabrik Reinartz GmbH & Co. KG	AP 15/45	Seiherstab
		AP 15/55	Seiherstab
AP 25		Seiherstab	
Screw-press GmbH - KernKraft	KK 1000 F*	Seiherstab	

* in Entwicklung

k. A.: keine Angaben

Bei der dezentralen Ölsaatenverarbeitung herrscht ein Zielkonflikt zwischen möglichst hohen Abpressgraden und der Minimierung des Übergangs unerwünschter Fettbegleitstoffe in das Öl. Durch die Betriebsweise der Ölpresse lässt sich der Gehalt an Phosphor, Calcium und Magnesium beeinflussen. Mit steigendem Energieeintrag (Wärme) in die Saat bei der Ölpresung (Saatvorwärmung, Reibung und Druck in der Ölpresse, Saat-/Ölverweilzeit in der Presse) steigt zwar der Abpressgrad, gleichzeitig nimmt aber auch der Gehalt dieser unerwünschten Elemente im Öl zu. Außerdem besteht die Möglichkeit über die Einstellungen an der Ölpresse, den Gehalt und die Größenverteilung der Feststoffe im Öl innerhalb eines bestimmten Korridors zu regulieren. Auf die Rapssaatpressung kann Einfluss genommen werden über die der Ölpresse zugeführte Menge Saat, die Drehzahl der Pressschnecke und die Drücke bei der Ölpresung, die indirekt, beispielsweise durch die Spaltmaße der Seiherstäbe oder die Wahl der Pressdüse beeinflusst werden können. Deshalb sollte bei der Auswahl der Ölpresse darauf geachtet werden, dass die Drehzahl der Schnecke reguliert werden und auf möglichst einfache Weise auf die Druckverhältnisse in der Presse Einfluss genommen werden kann. Sollen mit einer Ölpresse abwechselnd unterschiedliche Ölsaaten verarbeitet werden, sind Lochseiher-Schneckenpressen den Seiherstab-Schneckenpressen vorzuziehen, da durch den unkomplizierten Wechsel der Pressdüse die Ölpresse sehr schnell für die Verarbeitung unterschiedlicher Korngrößen angepasst werden kann. Von einigen Ölpresenherstellern wird eine Zweitpressung, das heißt, eine nachgeschaltete Entölung des Presskuchens aus der ersten Pressung, empfohlen. Der Vorteil liegt darin, dass Presskuchen mit geringem Restfettgehalt in größeren Anteilen in der Futtermittelration eingesetzt werden kann und insgesamt die Ölausbeute erhöht wird. Es ist jedoch zu beachten, dass die bei der zweiten Pressung anfallenden Ölqualitäten in der Regel nicht die Anforderungen für die Verwendung als Kraftstoff erfüllen.

Eine grundsätzliche Entscheidung bei der Planung der Ölmühle ist zu treffen, ob die geplante Verarbeitungskapazität der Ölmühle durch eine Ölpresse oder durch mehrere Ölpresen abgedeckt werden soll. Wird die Verarbeitungskapazität auf mehrere Ölpresen aufgeteilt, so kann flexibler auf Nachfrageschwankungen reagiert werden und bei durchzuführenden Wartungsarbeiten kann die Produktion wenigstens zum Teil aufrecht erhalten werden, so dass eine kontinuierliche Bedienung der Märkte gewährleistet ist. Nachteilig hingegen sind die zum Teil höheren Investitionskosten und Mehrkosten bei der Wartung und Instandhaltung.

Die Anschaffungskosten für Ölpresen sind sehr stark vom Pressentyp und von der Verarbeitungskapazität abhängig. Die Anschaffungskosten A in € (Listenpreis, inkl. 19 % MwSt.) für Schneckenpressen lassen sich als Funktion der Verarbeitungskapazität m in kg/h abschätzen.

Für Lochseiher-Schneckenpressen:
$$A_{\text{Lochseiher}} = 119,9 \left[\frac{\text{€} \cdot \text{h}}{\text{kg}} \right] \cdot m \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] + 2645,8 \text{ [€]}$$

Rechenbeispiel:

Für eine Lochseiher-Schneckenpresse mit einer Verarbeitungskapazität von $m = 25 \text{ kg/h}$ errechnet sich ein durchschnittlicher Anschaffungspreis A von $5.643,30 \text{ €}$.

$$119,9 \left[\frac{\text{€} \cdot \text{h}}{\text{kg}} \right] \cdot 25 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] + 2645,8 \text{ [€]} = 5643,30 \text{ [€]}$$

Für Seiherstab-Schneckenpressen:
$$A_{\text{Seiherstab}} = 144,06 \left[\frac{\text{€} \cdot \text{h}}{\text{kg}} \right] \cdot m \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] + 8568,5 \text{ [€]}$$

Rechenbeispiel:

Für eine Seiherstab-Schneckenpresse mit einer Verarbeitungskapazität von $m = 500 \text{ kg/h}$ errechnet sich ein durchschnittlicher Anschaffungspreis $A = 80.598,50 \text{ €}$.

$$144,06 \left[\frac{\text{€} \cdot \text{h}}{\text{kg}} \right] \cdot 500 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] + 8568,5 \text{ [€]} = 80598,50 \text{ [€]}$$

Abb. 6 und **Abb. 7** zeigen die Listenpreise für Lochseiher-Schneckenpressen und Seiherstab-Schneckenpressen in Abhängigkeit der Verarbeitungskapazität.

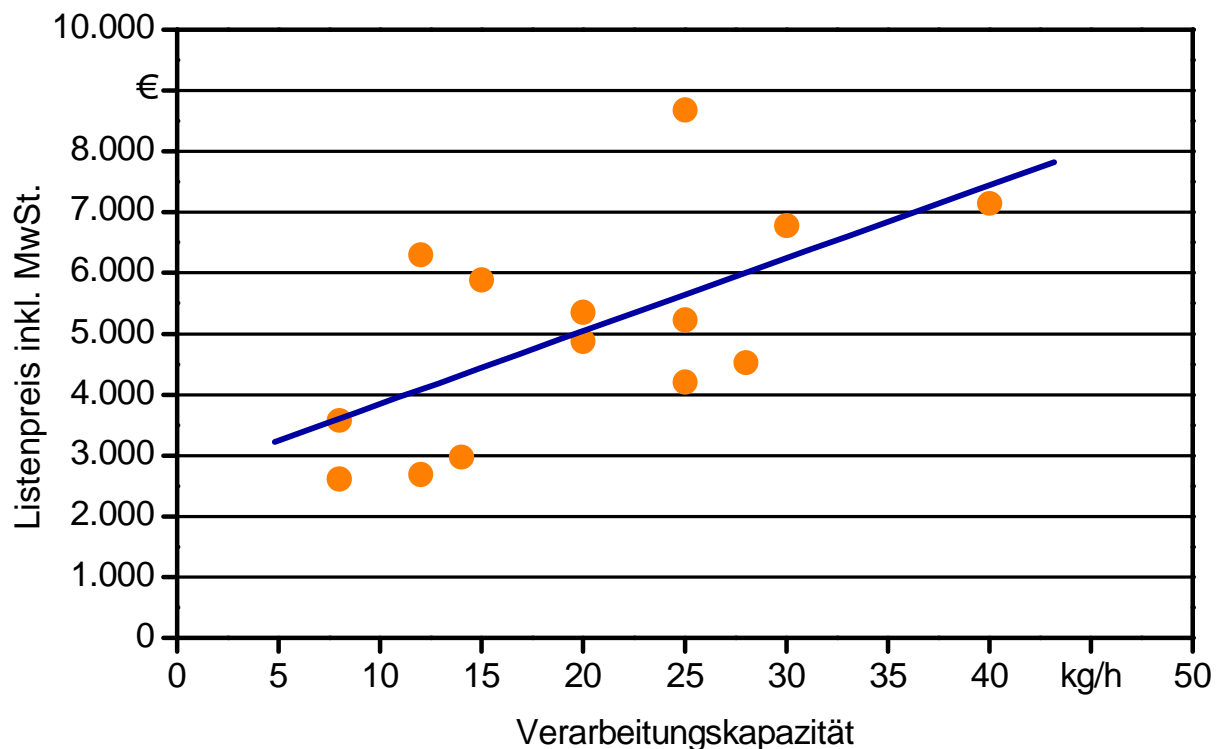


Abb. 6: Listenpreise von Lochseiher-Schneckenpressen in Abhängigkeit der Verarbeitungskapazität (inkl. MwSt.)

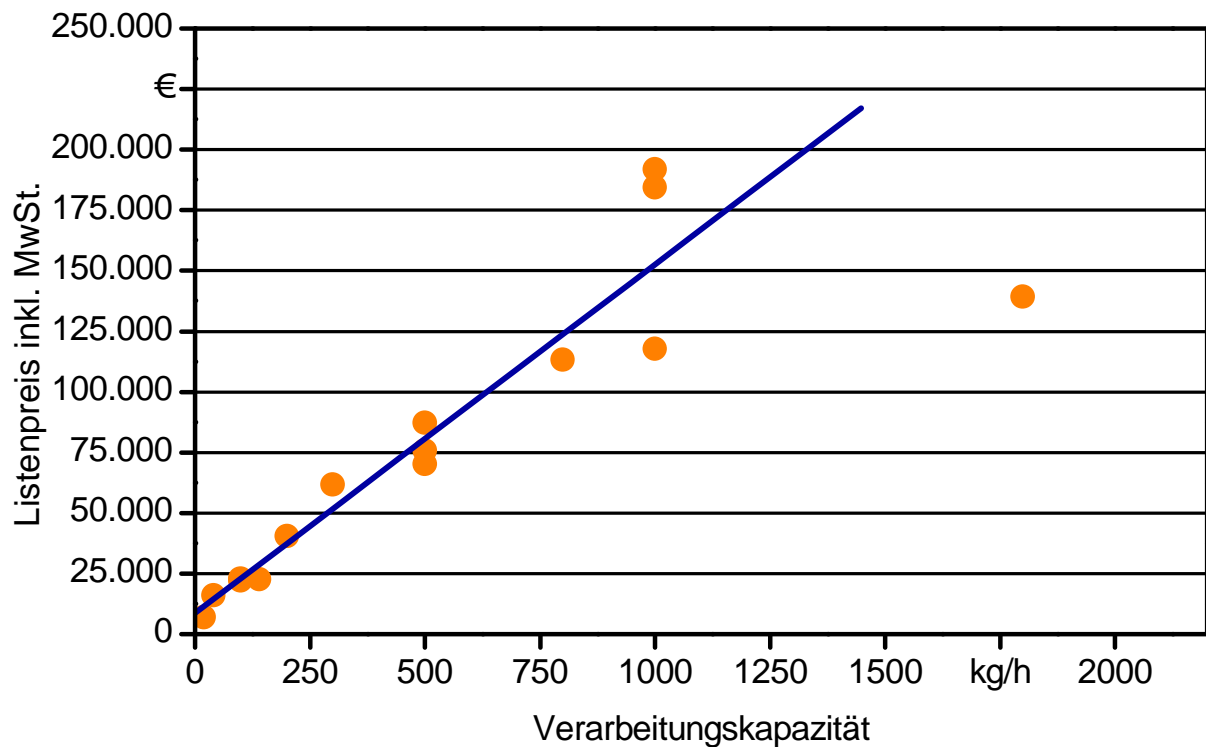


Abb. 7: Listenpreise von Seiherrstab-Schneckenpressen in Abhängigkeit der Verarbeitungskapazität (inkl. MwSt.)

3.3.4 Trübölbehälter

Das Öl, das aus der Ölpresse austritt und noch mit Saatrückständen verunreinigt ist, wird in einem Trübölbehälter gesammelt. Der Trüböltank sollte als Minimum das Volumen Öl aufnehmen können, das in der Ölmühle in drei Tagen produziert wird. Dadurch wird genügend zeitlicher Puffer geschaffen, um an der Filtrationsanlage Wartungsarbeiten durchführen zu können, ohne die Ölpresse abstellen zu müssen. Der Trübölbehälter muss mit einem Rührwerk ausgestattet sein, damit die Partikel im Öl für die nachfolgende Filtration in Schwebelage gehalten werden können. Das Rührwerk sollte so gestaltet sein und betrieben werden, dass das Öl mit möglichst wenig Luft-sauerstoff in Kontakt kommt. Der Trüböltank sollte geschlossen sein, so dass eine Fremdverunreinigung vermieden wird. Trübölbehälter sind auf jeden Fall durch einen Füllstandsmelder gegen Überlaufen zu sichern. Für die nachfolgende Filtration kann es hilfreich sein, wenn das Öl mit höheren Temperaturen als Umgebungstemperatur, und damit vergleichsweise geringerer Viskosität, gefiltert wird. Deshalb ist es im Einzelfall sinnvoll den Trübölbehälter zu isolieren, damit die Öltemperatur nach der Pressung bis zum Zeitpunkt der Filtration weitgehend erhalten bleibt. Eine oxidative Schädigung des Öls durch längerfristige Lagerung bei höheren Temperaturen muss jedoch vermieden werden. Soll das Öl durch Sedimentation gereinigt werden, kann auf einen Trübölbehälter verzichtet werden. Das Öl wird direkt von der Presse in das Sedimentationssystem geleitet.

3.3.5 Systeme zur Reduzierung unerwünschter Fettbegleitstoffe

Falls künftig niedrigere Grenzwerte für die Gehalte der Elemente Phosphor, Calcium und Magnesium in der Norm für Rapsölkraftstoff, aufgrund der Anforderungen moderner Abgasnachbehandlungssysteme in pflanzenöлтаuglichen Motoren erforderlich werden, können diese Grenzwerte mit der jetzt praxisüblichen Verfahrenstechnik in dezentralen Ölmühlen nicht mehr eingehalten werden.

Deshalb werden derzeit von verschiedenen Anbietern Verfahren für dezentrale Ölmühlen entwickelt und erprobt, die entweder über Entschleimung, einen Verfahrensschritt aus der Raffination, oder über andere Nachbehandlungsverfahren den Gehalt dieser unerwünschten Fettbegleitstoffe reduzieren sollen.

3.3.6 Systeme für die Hauptreinigung

In dezentralen Ölgewinnungsanlagen sollte die Abscheidung der festen Rückstände im Öl (Fest-/Flüssig-Trennung) zumindest in zwei Stufen, zuerst als Hauptreinigung (Grobklärung) und anschließend als Sicherheitsfiltration (Endfiltration) erfolgen.

Bei der Hauptreinigung sollen die Feststoffe bereits möglichst vollständig aus der flüssigen Phase entfernt werden. Die Verfahren bei der Hauptreinigung sind Sedimentation oder Filtration.

Sedimentationsverfahren nutzen für die Fest/Flüssig-Trennung den Dichteunterschied zwischen der Flüssigkeit und den Feststoffen. Das Sedimentationsverhalten wird unter anderem beeinflusst durch die Dichtedifferenz, die Partikelgröße und -form, die Viskosität der Flüssigkeit und die Wechselwirkungen zwischen Partikeln und flüssiger Phase. Sedimentationsverfahren werden aufgrund des hohen Raumbedarfs nur bei Ölpresen mit Verarbeitungskapazitäten bis ca. 50 kg Ölsaats pro Stunde eingesetzt.

Bei dezentralen Ölsaatenverarbeitungsanlagen mit geringer Verarbeitungskapazität erfolgt die Grobklärung des Öles häufig durch Sedimentation im Erdschwerefeld. Es werden diskontinuierliche (Batch-Verfahren) und kontinuierliche Sedimentationsverfahren unterschieden.

Bei der diskontinuierlichen Sedimentation werden einzelne Behälter mit zumeist mehreren hundert Litern Fassungsvermögen mit Trüböl befüllt und die Partikel sedimentieren oft über einen Zeitraum von mehreren Wochen. Die geklärte Flüssigkeit wird durch Schwimmsaugung wenige Zentimeter unter dem Flüssigkeitsspiegel entnommen, um Partikel mit geringerer Dichte als die der Flüssigkeit nicht mit zu entfernen. Die Entnahme des Sediments erfolgt manuell. Vor allem die Entfernung des Sediments bei Batch-Verfahren und die Reinigung der Sedimentationsbehälter ist arbeitsintensiv.

Bei der kontinuierlichen Sedimentation erfolgt die Zugabe des Trüböls, die Entnahme des geklärten Öls und die Entfernung der aufkonzentrierten Feststoffe zeitgleich. Für die kontinuierliche Sedimentation von Pflanzenölen wurde am Technologie- und Förderzentrum, Straubing ein vierstufiges Absetzverfahren entwickelt. **Abb. 8** zeigt eine schematische Darstellung des Sedimentationssystems.

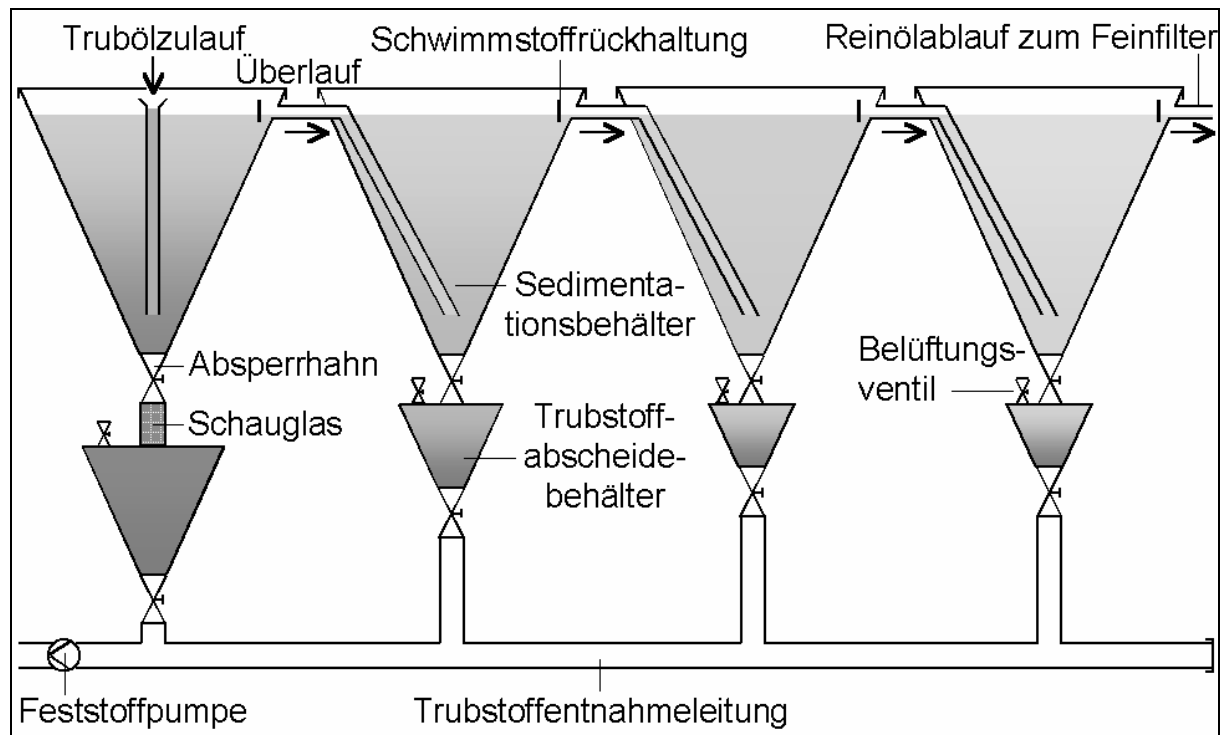


Abb. 8: Kontinuierliches vierstufiges Sedimentationssystem für Pflanzenöle

Hierbei durchströmt das Trüböl vier Absetzbehälter, die über Rohrverbindungen miteinander kommunizieren. Der zweite, dritte und vierte Absetzbehälter wird jeweils im unteren Bereich vom Überlauf aus dem vorherigen Behälter befüllt. Das Sedimentationssystem sollte in Abhängigkeit von der Verarbeitungskapazität der Ölpressen für eine Ölverweilzeit von etwa vier Tagen ausgelegt sein. Ist das Sedimentationssystem nach der Anlaufphase gefüllt, tritt das Ölvolumen, das der von der Presse zugeführten Menge Trüböl entspricht, in weitgehend gereinigter Qualität aus dem vierten Absetztank aus. Da dieses Öl noch einen relativ hohen Anteil Partikel (bis zu 250 mg/kg Gesamtverschmutzung) enthält, die durch die kontinuierliche Strömung im System nicht abgeschieden werden, müssen ein oder mehrere Filter mit ausreichend hohem Schmutzaufnahmevermögen nachgeschaltet werden, die die gewünschte Reinheit sicherstellen. Die sedimentierten Trubstoffe sammeln sich in den Abscheidebehältern an und können von dort mit Hilfe einer für höherviskose Schlämme geeigneten Pumpe entnommen werden. Während der Trubstoffentnahme werden die Absetztanks über Absperrventile von den Trubstoffabscheidetrichtern getrennt.

Zur **Filtration** werden bei der Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen zur Hauptreinigung zumeist Kammer- oder Rahmenfilterpressen sowie Vertikal-Druckkerzenfilter oder -plattenfilter eingesetzt. Diese Filterapparate arbeiten nach dem Prinzip der kuchenbildenden Filtration. Die Feststoffe im Öl werden bei der kuchenbildenden Filtration unter der Wirkung eines Druckgefälles (Flüssigkeitsdruck) an einem porösen Filtermittel (z. B. Gewebe, Vliese, Metallmembranen) zurückgehalten. Sie bilden dabei Brücken und wachsen zu einem Filterkuchen an. Um ein schnelles Verstopfen des Filtermaterials zu vermeiden, wird der Porendurchmesser des Filtermittels größer gewählt als der Durchmesser der Partikel, die zurückgehalten werden sollen. Deshalb gelangen zu Beginn des Filtrationsvorganges so lange Partikel in das Filtrat, bis sich über dem Filtermittel stabile Brücken aus den Feststoffpartikeln gebildet haben. Der Filterkuchen, der sich im Laufe des Filtrationsprozesses aufbaut, übernimmt die Funktion des Filtermittels. Zur Verbesserung der Brückenbildung können Filterhilfsmittel (z. B. Cellulose) eingesetzt werden. Soll eine kuchenbildende Filtration als Hauptreinigungsstufe durchgeführt werden, ist es nicht erforderlich und sinnvoll zuvor eine Vorreinigung durch Sedimentation durchzuführen. Durch eine Sedimentation werden überwiegend große (schwere) Partikel abgeschieden, die jedoch für einen guten Filterkuchenaufbau benötigt werden. Sind nur noch kleine Partikel für den Filterkuchenaufbau vorhanden, so entsteht ein dünner und sehr dichter Filterkuchen mit schlechten Drainage-Eigenschaften. Der Totraum im Filter für den Filterkuchenaufbau wird als Folge nicht ausgenutzt. Es kommt zu einem schnellen Druckanstieg am Filter, was zu kurzen Filtrationszyklen führt. Bei Anlagenkonzepten mit Sedimentation und nachgeschalteter Filtration ist deshalb oft der Einsatz von Filterhilfsmitteln für den Kuchenbau zwingend erforderlich.

Abb. 9 zeigt den Aufbau und die Funktion einer Kammerfilterpresse. **Kammer- und Rahmenfilterpressen** bestehen aus parallel aufgehängten Filterplatten mit einem dazwischen eingespannten Filtermittel (Filtertücher). Das Filterplattenpaket wird zwischen einer festen und einer beweglichen Druckplatte meist hydraulisch zusammengepresst. Bei Rahmenfilterpressen wird der Raum für die Kuchenbildung durch den Hohlraum zwischen dem eingesetzten Rahmen und den ebenen Filterplatten erzeugt. Bei Kammerfilterpressen entsteht der Hohlraum durch eine beidseitige Vertiefung im Plattenkörper. Rahmen müssen deshalb nicht eingesetzt werden.

Die Zuführung des ungereinigten Öls (Truböl) erfolgt von der Stirnseite durch eine in der Plattenmitte durchgängige Bohrung, die beim Zusammenspannen einen Kanal bildet. Die Oberflächen der Filterplatten sind genoppt, um einen Ablauf des Filtrats zu ermöglichen. Das Filtrat wird in einem weiteren durch Bohrungen gebildeten Kanal oder in einer Rinne abgeführt. Die Entnahme des Filterkuchens erfolgt automatisch oder manuell. Kammer- und Rahmenfilterpressen werden zur Hauptreinigung häufig

in dezentralen Ölmühlen mit geringer und mittlerer Verarbeitungskapazität eingesetzt.

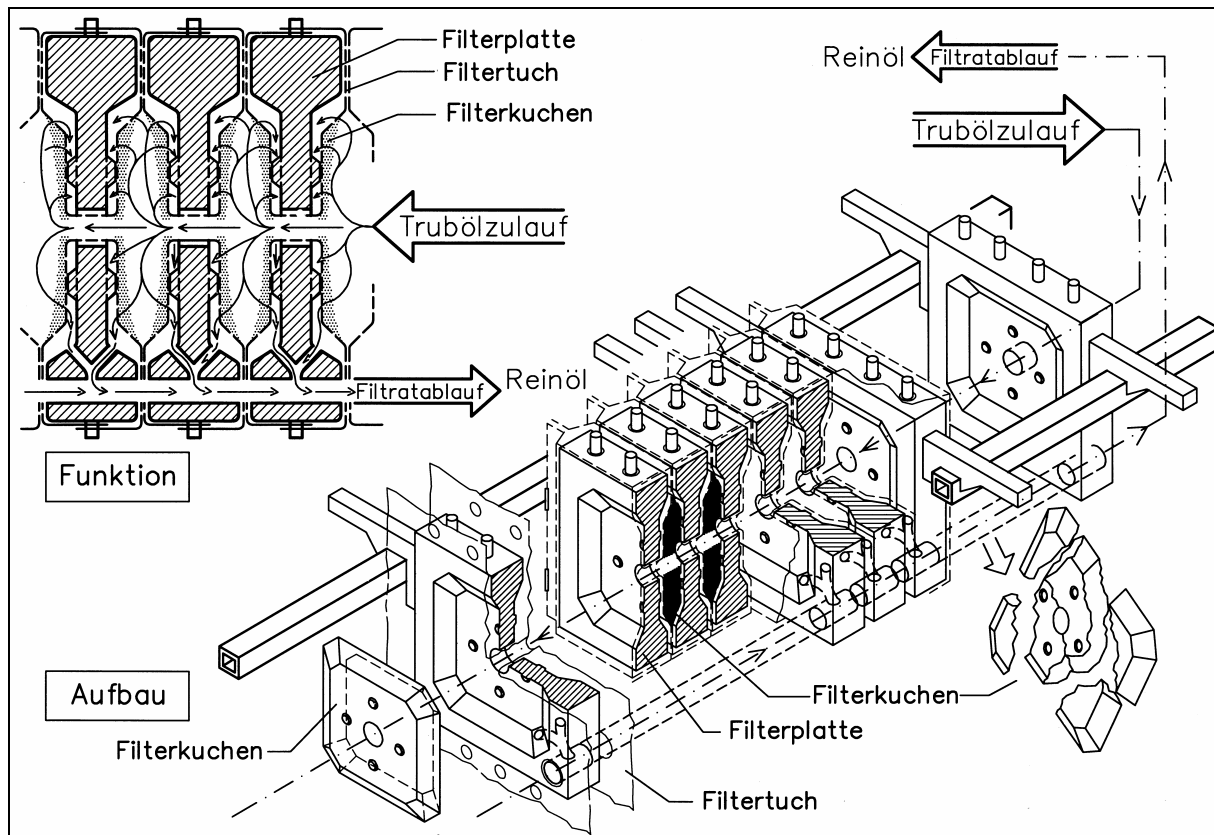


Abb. 9: Aufbau und Funktion einer Kammerfilterpresse

In dezentralen Ölgewinnungsanlagen mit hoher Verarbeitungskapazität werden häufig **Vertikal-Druckplattenfilter** und **Vertikal-Druckkerzenfilter** eingesetzt. Diese Filter bestehen aus einem Filtergehäuse, in dem zahlreiche Filterplatten oder kerzenförmige Filterelemente vertikal angeordnet sind. Den Aufbau und die Funktion eines Vertikal-Druckkerzenfilters (Cricketfilter[®]) zeigt **Abb. 10**. Die Filterelemente werden von außen nach innen vom Trüböl durchströmt, bis sich ein Filterkuchen gebildet hat, der die Filtration ermöglicht. Ab diesem Zeitpunkt wird das Filtrat abgeleitet. Das Anschwemmen des Filterkuchens erfolgt druck- oder zeitgesteuert. Der Flüssigkeitsdruck wird über eine Pumpe erzeugt. Am Ende des Filtrationsvorgangs wird der Filterkuchen mit Hilfe von Druckluft (Gasdifferenzdruck) getrocknet und durch Vibrationen oder durch Druckluft im Gegenstrom von der Filterkerze entfernt. Der dadurch erzeugte Filterkuchen hat einen Restölgehalt, der dem des Presskuchens vergleichbar ist. Das beschriebene Verfahren ist voll automatisierbar. Die Steuerung des Anschwemmens des Filterkuchens muss für jede Anlagenkonfiguration optimiert werden und erfordert vom Anlagenbetreiber ein großes Maß an Erfahrung.

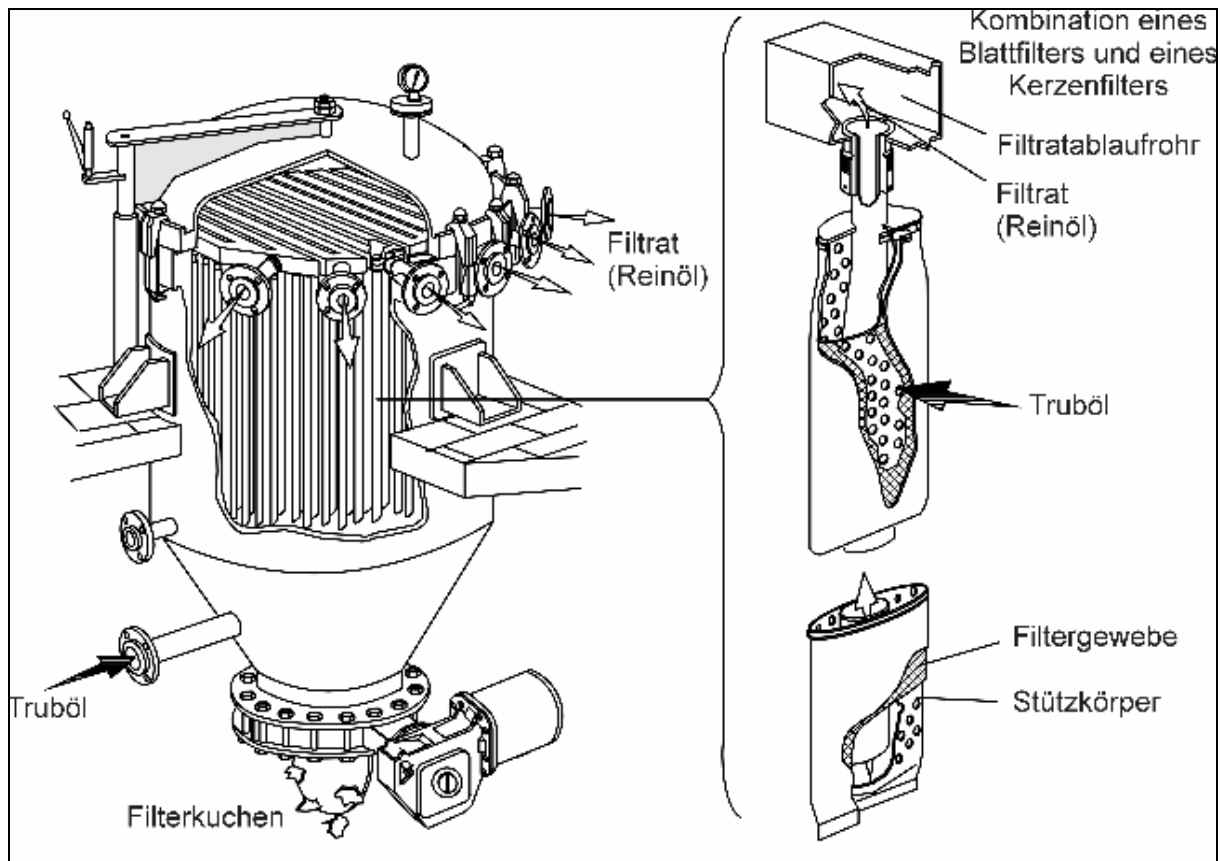


Abb. 10: Aufbau und Funktion eines Vertikal-Druckkerzenfilters „Cricketfilter®“
(nach Amafilter B.V., Alkmaar, Niederlande)

Vor und nach den Apparaten zur Hauptreinigung sind bei der Verrohrung der Anlage Probenahmehähne, Schaugläser und Manometer vorzusehen, um den Filtrationsprozess überwachen und dokumentieren zu können.

3.3.7 Systeme für die Endfiltration

Die Sicherheitsfiltration oder Endfiltration hat die Aufgabe, Störungen bei der Hauptreinigung anzuzeigen und die angestrebte Reinheit der Charge sicherzustellen. Die Endfiltration ist ein äußerst wichtiger Verfahrensschritt bei der dezentralen Ölgewinnung, zählt doch zu hohe Gesamtverschmutzung zu den häufigsten Reklamationsursachen bei Rapsölkraftstoff.

Das Rückhaltevermögen der Filtermittel wird häufig als absolute oder nominale Filterfeinheit angegeben. Die **absolute Filterfeinheit** nennt den Durchmesser der größten harten kugelförmigen Partikel, die das Filtermittel unter stationären Durchflussbedingungen passieren können. Die **nominale Filterfeinheit** gibt eine Partikelgröße an, die sich auf die Abscheidung von in der Regel 98 % der im Ausgangsmaterial vorhandenen Partikel bezieht.

Beim Betrieb von Endfiltern ist darauf zu achten, dass der Volumenstrom auf die zur Verfügung stehende Filterfläche abgestimmt wird, so dass das Druckgefälle am Filter zu Beginn der Filtration möglichst gering ist. Mit zunehmender Filterbelastung steigt das Druckgefälle an.

Das Filtermittel der **Beutelfilter** besteht häufig aus Nadelvlies oder Mikrofaser. Es ist in Beutelform genäht oder verschweißt und wird in einen stützenden Filterkorb aus Drahtgewebe eingelegt. Der obere Rand des Filterbeutels ist gegen den Filterkorb abgedichtet. Das Truböl durchströmt den Filterbeutel von innen nach außen. Filtergehäuse für Beutelfilter werden in unterschiedlichen Bauformen angeboten. **Abb. 11** zeigt Aufbau und Funktion eines Beutelfilters.

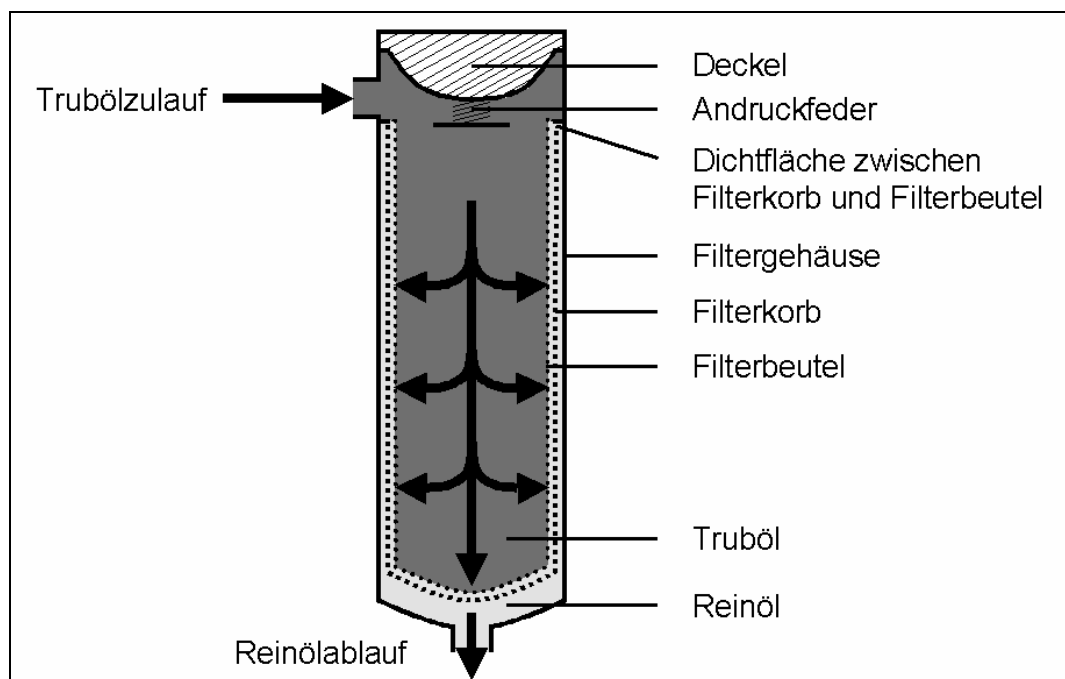


Abb. 11: Aufbau und Funktion eines Beutelfilters

Untersuchungen zur Eignung verschiedener Sicherheitsfilter für den Einsatz bei der dezentralen Ölsaatenverarbeitung haben gezeigt, dass viele speziell für dezentrale Ölmühlen angebotene Beutelfilter als Endfilter nicht geeignet sind, wenn eine Gesamtverschmutzung im Pflanzenöl kleiner 24 mg/kg angestrebt wird. Diese Beutelfilter können gegebenenfalls in einer zweistufigen Endfiltration eingesetzt werden, wenn im Öl nach der Hauptreinigung noch eine relativ hohe Verschmutzung vorliegt, um eine Standzeitverlängerung des eigentlichen Endfilters zu ermöglichen. Gute Filtrationsergebnisse wurden hingegen mit dem Beutelfilter Typ 2 – AXL – 1 µm des Herstellers Filtertechnik Jäger erzielt.

Einzel- oder Mehrfachkerzenfilter bestehen aus einem Filtergehäuse und den eigentlichen Filterkerzen. Diese enthalten meist einen zylindrischen Stützkörper, der

vom Filtermittel umgeben ist. Als Kerzenwicklungen werden zum Beispiel natürliche und synthetische Fasern eingesetzt. Aufbau und Funktion eines Einzelkerzenfilters zeigt **Abb. 12**. Die Filterkerze wird von außen nach innen vom Truböl durchströmt. Die Filterkerze ist an ihrem oberen Ende zum Filtergehäuse hin abgedichtet.

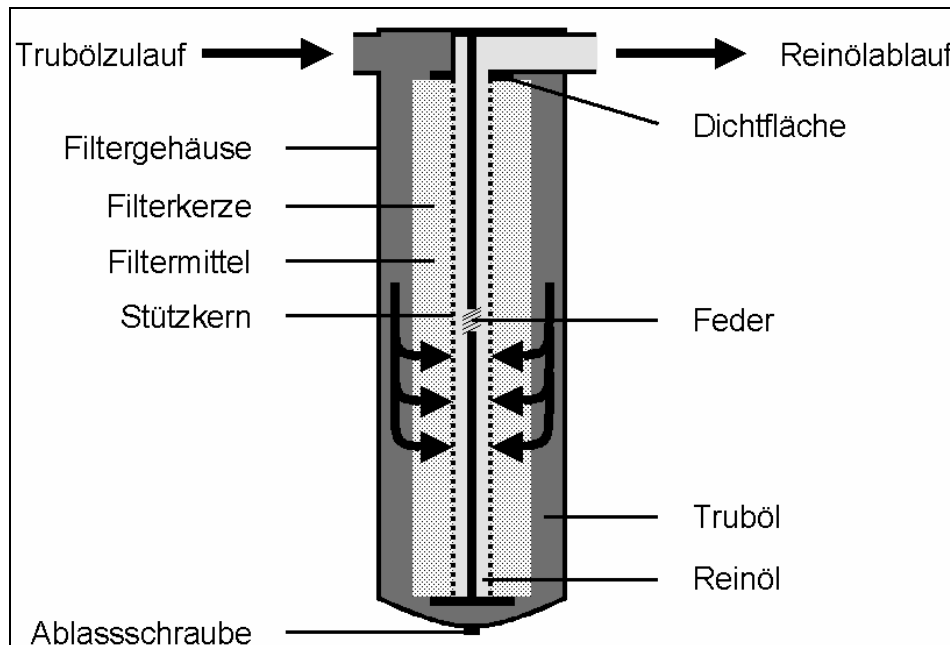


Abb. 12: Aufbau und Funktion eines Einzelkerzenfilters

In aktuellen Untersuchungen zur Eignung von Kerzenfiltern als Endfilter, wurde mit dem Typ GP 0,45 - 10U - X4N des Herstellers Amafilter eine sehr geringe Gesamtverschmutzung im Rapsöl erzielt. Auch die Kerzenfilter EP 001 - 10 - U - X4N und ES 001 - 0 - U - X0 des Herstellers Amafilter zeigten ein sehr gutes Rückhaltevermögen. Das Schmutzaufnahmevermögen aller drei Kerzenfilter ist jedoch als eher gering einzustufen, so dass diese Kerzenfilter aus ökonomischen Überlegungen nur in Ölmühlen mit gut funktionierender Hauptreinigung eingesetzt werden sollten.

Tiefenfilter sind ähnlich aufgebaut wie Kerzenfilter. Anstelle der Filterkerze befinden sich im Filtergehäuse die Tiefenfiltermodule. Bei der Tiefenfiltration werden grobporige Filterhilfsmittel eingesetzt, in deren Innerem sich die Feststoffe festsetzen sollen. Die Module zeichnen sich durch eine sehr große Filteroberfläche aus und bestehen zum Beispiel aus gepresster Cellulose. Sie werden von außen nach innen vom Öl durchströmt. Aufbau und Funktion eines Tiefenfilters ist in **Abb. 13** dargestellt.

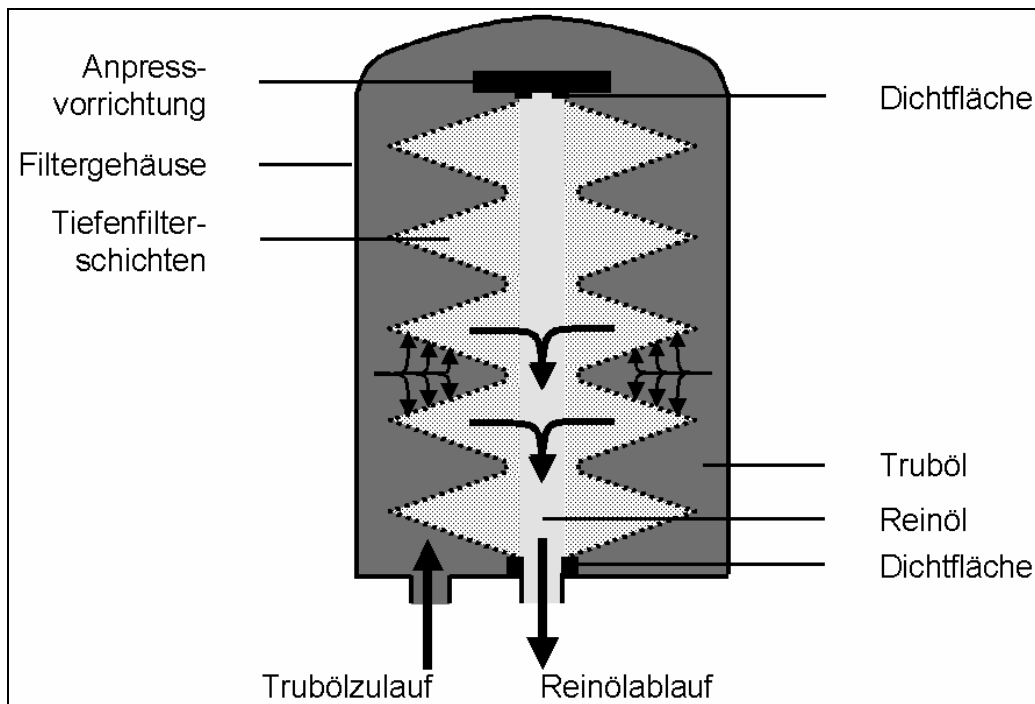


Abb. 13: Aufbau und Funktion eines Tiefenfilters

In Untersuchungen zur Eignung von verschiedenen Filtern als Endfilter zum Einsatz in dezentralen Ölmühlen wurden mit dem Tiefenfiltermodul SUPRAdisc SD K300 des Herstellers Pall SeitzSchenk sehr gute Ergebnisse erzielt. Auch die Tiefenfiltermodule SUPRAdisc SD K700 und SUPRAdisc SDT II T500 haben ihre Eignung unter Beweis gestellt.

Wie bei den Filtern zur Hauptreinigung sind auch vor und nach den Apparaten zur Endfiltration Probenahmehähe und Drucksensoren oder Manometer einzubauen, um den Filtrationsprozess überwachen und dokumentieren zu können.

Auch hier nicht genannte Filteranlagen können möglicherweise für die Rapsölkraftstoffherstellung geeignet sein, wurden jedoch noch nicht näher untersucht.

3.3.8 Pumpen

Die Förderpumpen für Pflanzenöl müssen entsprechend dem Temperatur-/Viskositätsverhalten von Pflanzenöl ausgelegt werden. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass die in der Pumpe verwendeten Materialien pflanzenölbeständig und nicht katalytisch wirksam sind. Deshalb sind zum Beispiel kupferhaltige Legierungen, wie zum Beispiel Messing oder Bronze, zu vermeiden. Die Temperatur-/Viskositätsabhängigkeit von kaltgepresstem Rapsöl zeigt **Tab. 4**.

Tab. 4: Temperatur-Viskositätsverhalten nach DIN 51562-1 (Ubbelohde) von kalt gepresstem Rapsöl (WIDMANN 1994)

Temperatur in °C	-4,2	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Viskosität in mm ² /s	271,5	207,5	117,1	72,3	47,9	32,9	24,0	17,9	13,9	11,1	9,1	7,7

3.3.9 Reinöllager

Vor der Errichtung des Reinöllagers, empfiehlt es sich mit den zuständigen Behörden Kontakt aufzunehmen. Beim Betrieb von Lageranlagen und Abfüllplätzen für Rapsölkraftstoff sind die bundes- und landesrechtlichen Vorgaben zu beachten. Dazu zählen Baurecht, Wasserrecht, Gewerberecht und Umweltrecht. In der Regel gilt: Für auftretende Umweltschäden haftet der Betreiber! Das Reinöllager sollte zumindest aus drei verschiedenen Lagertanks bestehen, von denen jeder mindestens das Volumen einer vierzehntägigen Ölproduktion aufnehmen kann. Ein Lagertank wird befüllt mit Rapsölkraftstoff aus der laufenden Produktion, ein zweiter Lagertank enthält Rapsölkraftstoff aus der vorangegangenen Produktion, dessen Inhalt zu einem späteren Zeitpunkt nach Vorliegen der Kraftstoffanalyse zur Abgabe freigegeben wird und ein dritter Lagertank bevorratet Rapsölkraftstoff zur Abgabe an die Kunden, dessen Inhalt aufgrund der bereits vorliegenden Kraftstoffanalyse freigegeben wurde. Die Lagerung von Rapsöl sollte möglichst dunkel und kühl erfolgen. Deshalb haben sich in der Praxis Erdtanks bewährt. Falls die Lagertanks oberirdisch aufgestellt werden müssen, sollte dies idealerweise in einer Halle geschehen, geschützt vor Sonneneinstrahlung und großen Temperaturschwankungen. Der Einfluss üblicher Tankmaterialien auf die Ölalterung ist gegenüber dem Einfluss der Lagertemperatur als gering einzustufen. In der Praxis haben sich Stahl- und Edelstahltanks bewährt. Der Reinöltank muss dicht verschließbar sein, um einen Wasserzutritt zu verhindern. Außerdem sollte ein Mannloch vorhanden sein, um eine einfache Reinigung des Tanks zu ermöglichen. Lagertanks müssen regelmäßig auf Dichtigkeit und Verschmutzung kontrolliert und gegebenenfalls gereinigt werden. Nur absolut trockene Lagertanks dürfen wieder mit Pflanzenöl befüllt werden. Die Lagertanks sollten mit einer Füllstandsanzeige und einer Füllstandsüberwachung ausgestattet sein. Die Tankbelüftung sollte vorbeugend mit einem Feuchtigkeit abscheidenden Filter bestückt sein. Die Bildung von Kondenswasser im Lagertank muss unbedingt vermieden werden. Unter idealen Lagerbedingungen ist Rapsölkraftstoff hoher Qualität mindestens ein Jahr lagerfähig.

In der Praxis werden für die Lagerung und den Handel mit Kleinmengen an Rapsölkraftstoff häufig in **Abb. 14** gezeigten Kombinations-IBC (Intermediate Bulk Container) verwendet.

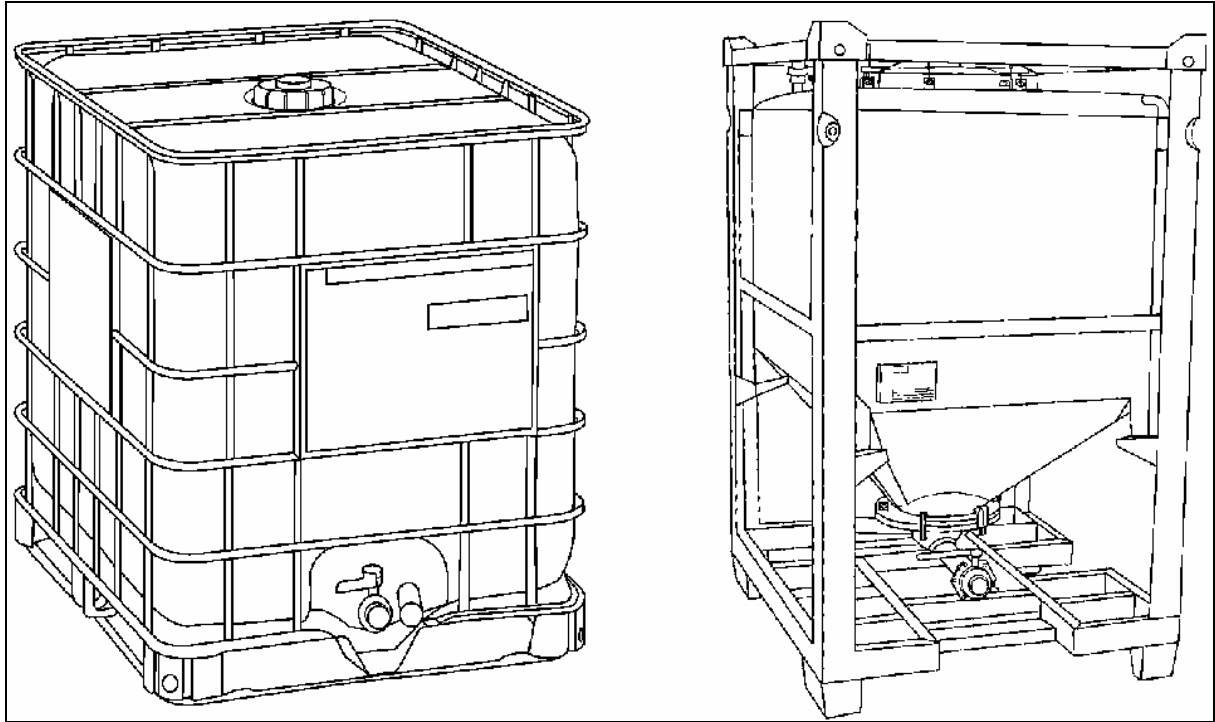


Abb. 14: Kombinations-IBC (Intermediate Bulk Container) und IBC aus Metall mit kubischem Tank aus Edelstahl mit Trichterboden

Diese oft als „Gitterboxen“ bezeichneten Kombinations-IBC bestehen aus einer Palette und einem Außengestell aus verzinkten Rohren mit einem Innenbehälter meist aus dem lichtdurchlässigen Kunststoff HDPE (High Density Polyethylene). Diese Gebinde haben häufig den Nachteil, dass sie nicht einfach vollständig entleerbar und, in Ermangelung einer Befüllöffnung mit großem Durchmesser, nur schwierig zu reinigen und zu trocknen sind. Zudem ist kein Lichtschutz gegeben. Besseren Produktschutz und Vorteile bei der Entleerung und Reinigung bieten hingegen IBC aus Metall mit kubischem oder zylindrischen Tank aus Edelstahl mit Trichterboden.

3.3.10 Presskuchenlager

Das Presskuchenlager sollte das Produktionsvolumen von zumindest einem Monat bevorraten können, um Nachfrageschwankungen ausgleichen zu können. Presskuchen hat direkt am Auswurf der Ölpresse Temperaturen um die 70 °C. Bevor der Presskuchen ins Lager gelangt, muss deshalb die Temperatur auf ein Niveau kleiner 30 °C gesenkt werden. Außerdem ist zu beachten, dass der warme Presskuchen noch große Mengen Wasserdampf abgibt. Die Fördereinrichtungen, wie zum Beispiel offene Trogschnecken oder Förderbänder, sollten deshalb die Abkühlung und das Trocknen des Presskuchens ermöglichen. Für eine längerfristige Presskuchenlagerung ist eine Belüftung, beziehungsweise Kühlung des Lagers erforderlich.

3.3.11 Abgabestellen

Auch bei der Errichtung von Abgabestellen müssen behördliche Anforderungen, wie bei der Errichtung des Reinöllagers berücksichtigt werden. Wird Pflanzenöl über Zapfsäulen als Kraftstoff verkauft, so muss für die Kraftstoffzapfsäulen eine Bauartzulassung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt zur Eichung für Pflanzenöl bestehen. Eine Abgabe von Rapsölkraftstoff nach Gewicht über eine geeignete geeichte Handelswaage der Klasse III oder nach Volumen über geeichte Flüssigkeitsmaße ist auch möglich. Nähere Auskünfte erteilen die Eichbehörden der Länder.

3.4 Qualitätssicherung

Maßnahmen zur Qualitätssicherung begleitend zum Produktionsprozess sollen dazu dienen, dass das entstehende Endprodukt den vorgegebenen Anforderungen mit hoher Wahrscheinlichkeit entspricht, so dass nur noch eine stichprobenartige Endproduktkontrolle erforderlich ist.

Umfangreiche Hinweise zur Produktion von qualitativ hochwertigem Rapsölkraftstoff und Maßnahmen zur Qualitätssicherung wurden am Technologie- und Förderzentrum (TFZ) in Zusammenarbeit mit der Universität Rostock, der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg Vorpommern und der ASG Analytik-Service Gesellschaft mbH sowie dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. mit Förderung des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft unter dem Förderkennzeichen 22012903 (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) gefördert. **Tab. 5** zeigt Einflussfaktoren auf die Qualität von Rapsölkraftstoff. Die Ergebnisse im Einzelnen sowie „Hinweise zur Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Anlagen“ können beim Technologie- und Förderzentrum abgerufen werden (<http://www.tfz.bayern.de>).

Die Anforderungen an Rapsöl als Kraftstoff für pflanzenöлтаugliche Motoren sind in der Vornorm DIN V 51605 definiert. Die Vornorm kann beim Beuth-Verlag, Berlin oder unter <http://www.din.de> bezogen werden. Wird bei der Abgabe von Rapsölkraftstoff durch den Ölmühlenbetreiber zum Beispiel auf dem Lieferschein Bezug auf diese Vornorm genommen, so haftet der Rapsölkraftstoffhersteller für die Einhaltung der beschriebenen Qualität. Außerdem ist eine Steuerentlastung bei der Energiesteuer für Rapsöl als Biokraftstoff an die Einhaltung der Vornorm DIN V 51605 gekoppelt. Deshalb muss es ein Anliegen des Rapsölkraftstoffherstellers zur eigenen Absicherung sein, dass regelmäßig, typischerweise chargenbezogen, die Rapsölkraftstoffqualität durch Laboranalysen überwacht und dokumentiert wird. Die richtige Vorgehensweise bei der Entnahme von Rapsölkraftstoffproben wird in der DIN EN ISO 3170 und der DIN 51750 Teil 1 und 2 beschrieben. Es ist empfehlenswert, die Analy-

sen von erfahrenen Labors, zum Beispiel durch ein akkreditiertes Labor für Pflanzenölkraftstoff, untersuchen zu lassen.

Tab. 5: Einflussfaktoren auf die Kennwerte von Rapsölkraftstoff

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

¹ HighOleic-Rapssorte im Vergleich zu herkömmlichen 00-Rapssorten

3.5 Rechtliche Rahmenbedingungen

Rechtliche Rahmenbedingungen sind beispielsweise für die Genehmigung, den Bau und den Betrieb einer dezentralen Anlage vorgegeben. Die Vorgaben der einzelnen Bundesländer unterscheiden sich jedoch voneinander. Deshalb sollte bereits in der Planungsphase mit den zuständigen Behörden Kontakt aufgenommen werden. Sollen in der dezentralen Ölmühle nicht nur technische Öle sondern auch Speiseöle hergestellt werden, müssen darüber hinausgehende Anforderung, was zum Beispiel die Hygienevorgaben betrifft, erfüllt werden.

3.5.1 Energiesteuergesetz

Die Herstellung von Rapsölkraftstoff und die Zweckbestimmung von Pflanzenölen als Kraftstoff ist eine Herstellung von Energieerzeugnissen (§ 6 EnergieStG). Die Steuer entsteht sofort mit der Herstellung und muss an das zuständige Hauptzollamt abgeführt werden. Eine Steueraussetzung in Steuerlagern ist für Herstellungsbetriebe möglich, bedarf jedoch einer Erlaubnis des zuständigen Hauptzollamtes. Auch die Gewährung einer Energiesteuerbegünstigung für Rapsölkraftstoff muss dort beantragt werden.

Rapsöl unterliegt dem Energiesteuergesetz, wenn es als Kraft- oder Heizstoff verwendet wird. Nach § 2 Abs. 4 Energiesteuergesetz unterliegen Rapsölkraftstoff und andere pflanzliche Öle für den mobilen Einsatz grundsätzlich der gleichen Steuer wie Dieselmotorkraftstoff, da Sie diesem in Ihrer Beschaffenheit und in Ihrem Verwendungszweck am nächsten kommen. Jedoch ist nach § 50 EnergieStG eine Steuerbegünstigung von Rapsölkraftstoff und anderen pflanzlichen Ölen als Reinkraftstoff bis 31. Dezember 2011 festgeschrieben. Die Höhe der Steuerbegünstigung wird ab 01. Januar 2008 schrittweise verringert. Als Voraussetzung für die Gewährleistung der Steuerbegünstigung von Rapsölkraftstoff müssen die Rapsölkraftstoffhersteller ihre Tätigkeit beim zuständigen Hauptzollamt anzeigen und die Energiesteuerentlastung beantragen. Nach § 50 Abs. 1 EnergieStG wird die Steuerbegünstigung für Rapsölkraftstoff nur gewährt, für die Anteile, welche die Biokraftstoffbeimischungsquote übersteigen („fiktive Quote“). Abweichend von diesen Steuersätzen wird nach § 57 EnergieStG Pflanzenöl, welches als Reinkraftstoff in der Land- und Forstwirtschaft Verwendung findet, auf Antrag vollständig von der Steuer entlastet. Diese Entlastung wird ohne zeitliche Einschränkung gewährt.

3.5.2 Marktordnungswaren-Meldeverordnung

Ölmühlen mit einer jährlichen Verarbeitung von 500 t bis 10.000 t Ölsaaten müssen halbjährlich, ab 10.000 t Ölsaaten monatlich, Meldungen über den Zugang und Abgang von Ölsaaten und Ölfrüchten, von Ölen und Fetten sowie von Ölkuchen, -schroten und -expellern abgeben. Die Meldungen sind bei den zuständigen Stellen der Länder einzureichen.

3.6 Betriebswirtschaftliche Aspekte

Nach GRAF und REINHOLD (2005) nehmen die Rohstoffkosten den größten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer dezentralen Ölmühle. Die erzielbaren Erlöse für das Öl und den Presskuchen sind sehr stark vom Pflanzenöl- und Futtermittelmarkt, aber auch vom Mineralölmarkt abhängig. Für jede Ölgewinnungsanlage muss eine möglichst hohe Auslastung angestrebt werden.

Um die Investitionskosten für eine Ölgewinnungsanlage gering zu halten ist es sinnvoll, wie **Tab. 6** zeigt, vorhandenen Gebäudebestand und vorhandene Infrastruktur zu nutzen. Die Ausrüstungskosten betragen für eine Ölmühle mit einer Verarbeitungskapazität von 750 t Rapssaat pro Jahr rund 70.000 €, mit 3.750 t Rapssaat pro Jahr rund 280.000 €.

Tab. 6: Investitionskosten für die Errichtung zweier dezentraler Ölmühlen mit unterschiedlicher jährlicher Verarbeitungskapazität (GRAF und REINHOLD 2005)

	Verarbeitungskapazität 750 t/a		Verarbeitungskapazität 3.750 t/a	
	Kosten in €	Anteil an Gesamtkosten in %	Kosten in €	Anteil an Gesamtkosten in %
Ausrüstung	69.535	42	279.574	28
Gebäude	86.060	52	672.348	67
Erschließung	4.345	2,6	15.338	1,5
Baunebenkosten	5.112	3	29.757	3
Gesamt	165.052	100	997.017	100

Die Presskosten sind stark abhängig von der Auslastung der Ölmühle. Bei einer Ölmühle mit einer Auslastung von 5.000 Stunden pro Jahr und einer Verarbeitungskapazität von 150 kg Rapssaat pro Stunde betragen die Presskosten nach einer Berechnung von GRAF und REINHOLD (2005) rund 4,90 €/dt Saat. Bei einer Auslastung von 6.000 Stunden pro Jahr und einer Verarbeitungskapazität von 750 kg Rapssaat

pro Stunde betragen die Presskosten nur rund 3,80 €/dt Saat. Umgerechnet auf den zu erzielenden Ölmindestpreis, bewirkt der Unterschied in den Presskosten bei konstantem Rohstoffpreis und konstantem Erlös für den Presskuchen eine Preisdifferenz in Höhe von 4 Eurocent pro Liter. Viel stärker variiert der Ölpreis in Abhängigkeit vom Rapssaatpreis und vom Presskuchenerlös, wie **Tab. 7** zeigt. Die Spanne zwischen der günstigsten und der ungünstigsten Variante beträgt mehr als 20 Eurocent pro Liter.

Tab. 7: Bereitstellungskosten für Rapsöl frei Anlage in € pro Liter ohne MwSt. (GRAF und REINHOLD 2005)

		Rapssaatpreis in €/t			
		170	190	210	230
Presskuchen- erlös in €/t	110	0,43	0,49	0,55	0,61
	120	0,41	0,47	0,53	0,59
	130	0,39	0,45	0,51	0,57
	140	0,37	0,43	0,49	0,55

KEYMER (2007) (unveröffentlicht) berechnet Rapsölpreise für die Eigenerzeugung in dezentralen Anlagen für unterschiedliche Szenarien. Variiert werden der Rohstoffpreis, der Ölgehalt, der Abpressgrad und der Erlös für das Koppelprodukt Presskuchen, der Schlaglohn sowie der Aufwand für die Erfassung und Lagerung. Nach KEYMER (2007) liegt der Rapsölpreis bei den gewählten Vorgaben zwischen 0,46 €/l und 0,84 €/l. Im Durchschnitt kann der Liter Rapsöl zu 0,65 €/l erzeugt werden. Die Berechnung zeigt Tab. 8..

Tab. 8: Kosten für Rapsöl bei Eigenerzeugung in dezentralen Anlagen
(KEYMER 2007 unveröffentlicht)

Position	Einheit	Durchschnitt	Spanne	
			von	bis
Rapspreis netto	€/dt	23,00	25,30	20,70
Ölgehalt	%	41,5	40,0	43,0
Abpressgrad	%	80,0	75,0	85,0
Rapsöl	dt/dt Raps	0,333	0,300	0,366
Rapspresskuchen	dt /dt Raps	0,647	0,680	0,615
Futterwert Presskuchen	€/dt	11,90	10,20	13,60
Erlös Koppelprodukt	€/dt Raps	7,65	6,94	8,36
Schlaglohn	€/dt Raps	5,00	6,00	4,00
Transport	€/dt Raps	0,00	0,00	0,00
Erfassung/Lagerung	€/dt Raps	2,50	3,00	2,00
Rapsölpreis netto	€/dt Öl	70,70	91,21	50,19
Rapsölpreis netto	€/l Öl	0,65	0,84	0,46

Eine ausführliche Beispielkalkulation für eine dezentrale Ölmühle nach KEYMER (2007) (unveröffentlicht) ist in Tab. 9 zusammengestellt. Die Rentabilität einer eigenbetrieblichen Rapsölkraftstoffproduktion kann unter Verwendung der betriebsspezifischen Daten mit dieser Modellrechnung abgeschätzt werden. Für unterschiedliche Szenarien bezüglich der Auslastung der Ölmühle wird in dieser Modellrechnung der Mindestölpreis berechnet. Dieser variiert je nach Auslastung zwischen 0,56 und 0,70 €/l Rapsöl.

Aufgrund der vorliegenden Berechnungen lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Wirtschaftlichkeit einer dezentralen Ölmühle eng gekoppelt ist an

- die Auslastung der Ölmühle,
- die Entwicklung des Rapssaatpreises,
- die Erlöse bei der Vermarktung des Presskuchens als Futtermittel,
- die Einsparung von Transportkosten durch regionalen Bezug der Ölsaaten und regionale Vermarktung der erzeugten Produkte sowie
- die Nutzung von Synergien und vorhandener Infrastruktur beim Bau der Ölmühle.

Nicht zuletzt hängt der Erfolg aber auch an der Entwicklung des Mineralölpreises und der Qualität des erzeugten Rapsöls ab, da nur für Rapsölkraftstoff, der die Anforderungen der Vornorm DIN V 51605 erfüllt, die Steuerbegünstigung gewährt wird.

Tab. 9: Modellrechnung für eine dezentrale Ölmühle
(nach KEYMER 2007 unveröffentlicht)

Auslastung						
Kampagnedauer	h/a	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Anlagenverfügbarkeit	h/d	24	24	24	24	24
Produktionstage	d/a	83	125	167	208	250
Leistungskennzahlen						
Pressleistung (Rapssaat)	t/h	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Ölausbeute	%	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
Schwund	%	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Presskuchen	%	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0
Leistungsbedarf	kW _{el}	14	14	14	14	14
Arbeitszeitbedarf	AKh/d	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Preise/Kosten						
Rapssaat	€/dt	23	23	23	23	23
Presskuchen	€/dt	12	12	12	12	12
Stundenlohn	€/AKh	15	15	15	15	15
Ø Strompreis	€/kWh	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Betriebsmittel	€/h	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Jahreskosten						
Anschaffungsk. (A)	€	165.000	165.000	165.000	165.000	165.000
Ø AfA	% von A	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Ø Zins(an)satz	% von A/2	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Ø Unterhalt	% von A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Versicherung	% von A	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
AfA	€/a	11.550	11.550	11.550	11.550	11.550
Zins(an)satz	€/a	4.950	4.950	4.950	4.950	4.950
Unterhalt	€/a	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300
Versicherung	€/a	825	825	825	825	825
Energie	€/a	5.040	7.560	10.080	12.600	15.120
Betriebsmittel	€/a	1.400	2.100	2.800	3.500	4.200
Lohnkosten/-ansatz	€/a	1.875	2.813	3.750	4.688	5.625
Rohstoffkosten	€/a	69.000	103.500	138.000	172.500	207.000
Zinsansatz Umlaufvermögen ²⁾	€/a	2.070	3.105	4.140	5.175	6.210
Summe Jahreskosten	€/a	100.010	139.703	179.395	219.088	258.780
Erlöse						
Presskuchen	€/a	23.760	35.640	47.520	59.400	71.280
E-Prämie ³⁾	€/a	3.553	5.329	7.105	8.882	10.658
Summe Erlöse	€/a	27.313	40.969	54.625	68.282	81.938
Ölmindestpreis	€/t	757	686	650	628	614
	Ct/l⁴⁾	69,67	63,08	59,79	57,81	56,49

²⁾ Zinsansatz: 6 %

Ø Kapitalbindung: 6 Monate

³⁾ Ertrag (Rapssaat): 38 dt/ha

E-Prämie: 45 €/ha

⁴⁾ Dichte [ρ]: 0,92 kg/l Rapsöl

4 Faustzahlen

Dichte von Rapsöl (bei 15 °C)	920 kg/m ³
Durchschnittlicher Abpressgrad:	80 %
Durchschnittlicher Flächenertrag Raps:	34,8 dt/ha
Durchschnittliche Ölausbeute:	360 kg Rapsöl / t Rapssaat
Durchschnittlicher Ölertrag:	1,5 t/ha
Durchschnittlicher Ölgehalt der Rapssaat	42 %
Durchschnittlicher Ölgehalt des Presskuchens	14 %
Schüttdichte Raps	740 kg/m ³
Schüttdichte Presskuchen	582 kg/m ³

5 Weiterführende Literatur

BASF AKTIENGESELLSCHAFT (Hrsg.) (2006): Raps – Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive. Münster: Landwirtschaftsverlag 260 Seiten

BAYERISCHE EICHVERWALTUNG (2006): Informationen zum Verkauf von Pflanzenöl als alternativer Kraftstoff. <http://www.eichamt.de> (3 Seiten)

CHRISTEN, O. und W. FRIEDT (2007): Winterraps. Das Handbuch für Profis. Frankfurt: DLG-Verlags-GmbH (323 Seiten)

HUMPISCH, G. (2002): Gesunderhaltung von Rapssaat. Raps, Jhg. 20, Nr. 3, 154-146

KEISER, H.v.: Planung und Bau von Getreideanlagen, RKL-Nr. 4311, S. 1177-2275

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL) (Hrsg.) (2005): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung KTBL-Schrift 427, Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH (164 Seiten)

REMMELE, E. (2002): Standardisierung von Rapsöl als Kraftstoff - Untersuchungen zu Kenngrößen, Prüfverfahren und Grenzwerten. Dissertation: Technische Universität München. Arbeitskreis Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI Nr. 400. Freising: Landtechnik Weihenstephan, Eigenverlag (194 Seiten)

REMMELE, E. (2002): Reinigung kaltgepresster Pflanzenöle aus dezentralen Anlagen - Endbericht zum Forschungsvorhaben. Gelbes Heft 75. München: Hrsg. und Druck: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, Eigenverlag (161 Seiten)

REMMELE, E. und K. STOTZ (2003): Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich - Projektphase 1: Erhebung der Ölqualität und Umfrage in der Praxis. Berichte aus dem TFZ 1. Abschlussbericht Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. FKZ 22004900. Straubing: Technologie- und Förderzentrum Eigenverlag (115 Seiten)

REMMELE, E. und K. STOTZ (2005): Hinweise zur Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen (08/2005), Straubing: Technologie- und Förderzentrum, (15 Seiten)

REMMELE, E.; STOTZ, K.; GASSNER, T. und J. WITZELSPERGER (2007): Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich – Projektphase 2: Technologische Untersuchungen und Erarbeitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen. Berichte aus dem TFZ. Abschlussbericht Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. FKZ 22012903. Straubing: Technologie- und Förderzentrum Eigenverlag (in Vorbereitung)

STOTZ, K. und REMMELE, E. (2005): Daten und Fakten zur dezentralen Ölgewinnung in Deutschland. Berichte aus dem TFZ 3. Straubing: Technologie- und Förderzentrum Eigenverlag (53 Seiten)

WIDMANN, B.A. (1994): Verfahrenstechnische Maßnahmen zur Minderung des Phosphorgehaltes von Rapsöl bei der Gewinnung in dezentralen Anlagen. Dissertation: Technische Universität München. Arbeitskreis Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Nr. 262. Freising: Landtechnik Weihenstephan, Eigenverlag (157 Seiten)

6 Adressen

Biokraftstoffportal <http://www.biokraftstoff-portal.de>

Bundesverband dezentraler Ölmühlen e.V.
Hofgut Harschberg
66605 St. Wendel
info@bdoel.de <http://www.bdoel.de>

Bundesverband Pflanzenöle e.V.
Quenteler Straße 19
34320 Söhrewald
info@bv-pflanzenoele.de <http://www.bv-pflanzenoele.de>

C.A.R.M.E.N. e.V.
Schulgasse 18
94315 Straubing
contact@carmen-ev.de <http://www.carmen-ev.de>

DCM, Peter Dönges
Biofuels development – consulting – marketing
Hykamp 20
24357 Fleckeby doenges@biofuels-dcm.de

Eichbehörden der Länder Adressen über <http://www.eichamt.de>

FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
Hofplatz 1
18276 Gülzow
info@fnr.de <http://www.fnr.de>

Hauptzollämter <http://www.zoll.de>

Technologie- und Förderzentrum (TFZ)
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe
Schulgasse 18
94315 Straubing
postmaster@tfz.bayern.de <http://www.tfz.bayern.de>

UFOP Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
Haus der Land- und Ernährungswirtschaft
Clarie-Waldoff-Straße 7
info@ufop.de <http://www.ufop.de>

Hersteller von Komponenten für Ölgewinnungsanlagen und Anlagenplaner

Die nachfolgende Liste beruht auf Herstellerangaben. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und stellt weder eine Empfehlung noch einen Leistungsnachweis dar.

Stand 03/2007 (ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit)

Quelle: Technologie- und Förderzentrum

Firma / Ansprechpartner	Adresse	Ölbrasse	Filter	Armaturen	Schläuche	Planuna
Amafilter Deutschland GmbH Vertrieb Süd Herr Harald Schleier	Eichsfelder Straße 5 D-40595 Düsseldorf Phone: ++49/(0)721/9683993 http://www.amafilter.com		✓			
Arndt GmbH Herr Dieter Arndt	Senefelderstr. 58 D-63069 Offenbach Phone: ++49/(0)69/835028 Telefax: ++49/(0)69/835312 http://www.bioking-deutschland.com	✓	✓			
Karl Bockmeyer Kellereitechnik GmbH	Zementwerk 3 D-72622 Nürtingen Phone: ++49/(0)7022/93343-0 Telefax: ++49/(0)800/3116699 http://www.bockmeyer.de	allerlei Nützliches				

Firma / Ansprechpartner	Adresse	Ölresse	Filter	Armaturen	Schläuche	Planung
BONI GmbH Herr R. Boni	Brudertalstraße 5° D-77933 Lahr/Schwarzwald Phone: ++49/(0)7821/9742-0 Telefax: ++49/(0)7821/9742-30 http://www.boni-online.de				✓	
Bracco s.r.l.	Via Portico, 13 I-24060 Bagnatica – BG, Italy Phone: ++39/035/676017 Telefax: ++39/035/676370 http://www.coter.it	✓	✓			
CIMBRIA SKET Herr Dr. H.-J. Rasehorn	Schilfbreite 2 D-39120 Magdeburg Phone: ++49/(0)391/682953 Telefax: ++49/(0)391/684233 http://www.sket.cimbria.com	✓				✓
DF² Dialler Filter & Filterlösungen Herrn Stephan Dialler	Rothenpointstraße 12 D-83135 Schechen Phone: ++49/(0)8031/2351/56 Telefax: ++49/(0)8031/2351-65		✓			
Eaton Filtration GmbH Herr Klaus Altenbrand	Auf der Heide 2 D-53947 Nettersheim Phone: ++49/(0)721/475294 Telefax: ++49/(0)721/474972 http://www.filtration.eaton.com		✓			
Erhard GmbH ERMA-Schneckenpressen Herr Erhard	Burgstall 2 D-86510 Ried Phone: ++49/(0)8208/248 Telefax: ++49/(0)8208/1417 http://www.erhard-maschinen.de	✓				
Farmet a.s. Herr J. Potoček	Jiřinková 276 55203 Česká Skalice Tschechische Republik Phone: ++420 491 450 116 Telefax: ++420 491 450 129 http://www.farmet.cz	✓	✓			✓

Firma / Ansprechpartner	Adresse	Öl- In- resse	Filter	Arma- turen	Schläu- che	Planung
Filtertechnik Jäger GmbH Herr Roland Jäger	Josef-Kögel-Straße 6-8 89264 Weißenhorn Phone: ++49/(0)7309/9548-0 Telefax: ++49/(0)7309/9548-20 http://www.filtertechnik-jaeger.de		✓			
Anton Fries Maschinenbau GmbH Herr A. Fries	Deutzring 6 b D-86405 Meitingen-Herbertshofen Phone: ++49/(0)8271/41137 Telefax: ++49/(0)8271/41241 http://www.anton-fries.de	✓				
J. Giebel Filtertechnik Herr Jochen Giebel	Schwabenäcker 54 74594 Kreßberg Phone: ++49/(0)7951/467818 Telefax: ++49/(0)7951/955142 http://www.giebel-filtertechnik.de	Belüftungstrockner				
Goudsmit Magnetic Systems B.V. Büro Deutschland Frau M. Ray	Vogelsängerstrasse 50 D-58300 Wetter Phone: ++49/(0)2335/681906 Telefax: ++49/(0)2335/681908 http://www.goudsmit-magnetics.nl	Magnetabscheider				
Harburg – Freudenberg Maschinenbau GmbH Edible Oil Technology Herr Harald Boeck	Seevestrasse 1 D-21079 Hamburg Phone: ++49/(0)40/77179-481 Telefax: ++49/(0)40/77179-221 http://www.harburg-freudenberg.com	✓	✓			✓
Heizomat GmbH Herr Robert Bloos	Maicha 21 D-91710 Gunzenhausen / Maicha Phone: ++49/(0)9836/9797-0 Telefax: ++49/(0)9836/9797-97 http://www.heizomat.de	✓				
IBG Monforts Oekotec GmbH & Co. KG Herr D. Skuras	Postfach 20 08 53 D-41208 Mönchengladbach Phone: ++49/(0)2166/8682-0 Telefax: ++49/(0)2166/8682-44 http://www.ibg-monforts.de	✓				

Firma / Ansprechpartner	Adresse	ÖInresse	Filter	Armaturen	Schläuche	Planung
Egon Keller GmbH & Co. Herr U. Keller	Postfach 14 03 50 D-42824 Remscheid-Hasten Phone: ++49/(0)2191/84100 Telefax: ++49/(0)2191/8628 http://www.keller-kek.de	✓	✓			
KernKraft Moosbauer&Rieglsperger GbR Herr Gerhard Rieglsperger	Willenbach 23a D-84367 Reut/Ndb. Phone: ++49/(0)8574/535 Telefax: ++49/(0)8574/534 http://www.oel-presse.de	✓	✓			
Kieselmann GmbH	Paul-Kieselmann-Strasse 4-6 D-75438 Knittlingen Phone: ++49/(0)7043/371-0 Telefax: ++49/(0)7043/371-125 http://www.kieselmann.de			✓		
Lenzing Technik GmbH Filtration & Separation Herr Richard Starlinger	Werksstr. 3 A-4860 Lenzing Phone: ++43/(0)7672/701-3625 Telefax: ++43/(0)7672/918-3625 http://www.lenzing-filtration.com		✓			
LFC Lochem b.v.	P.O. Box 35 7240 AA Lochem The Netherlands Phone: ++31/573/297777 Telefax: ++31/573/297771 http://www.lfcbv.com		✓			
Michael Mailler Rapspressen und Technikhandel Herrn M. Mailler	Ortsstraße 8 D-85232 Kreuzholzhausen Phone: ++49/(0)8138/669110 Telefax: ++49/(0)8138/669110 http://www.oelpresstechnik.de	✓	✓			
Maschinenbau Mayerhofer Pflanzenölpresen Herr M. Mayerhofer	Waid 2 D-94419 Reisbach Phone: ++49/(0)8734/932157 Telefax: ++49/(0)8734/932157 http://www.rapsoelpresse.de	✓				

Firma / Ansprechpartner	Adresse	Öl- In- resse	Filter	Ar- ma- turen	Schläuche	Planung
oilsystems Herr Manfred Distler	Esbach 7 D-95326 Kulmbach Phone: ++49/(0)9221/6070071 Telefax: ++49/(0)9221/6901173 http://www.oilsystems.de	✓	✓			
Maschinenfabrik Reinartz GmbH & Co. KG Herr M. Boss	Industriestrasse 14 D-41460 Neuss Phone: ++49/(0)2131/9761-0 Telefax: ++49/(0)2131/9761-12 http://www.reinartz.de	✓				✓
ÖHMI Engineering GmbH Herr Dr. G. Börner	Berliner Chaussee 66 D-39114 Magdeburg Phone: ++49/(0)391/8507-151 Telefax: ++49/(0)391/8507-150 http://www.oehmi-engineering.de					✓
Pall SeitzSchenk Filtersystems Herr Dr. U. Fischer	Bettringer Strasse 42 D-73550 Waldstetten Phone: ++49/(0)7171/401-0 Telefax: ++49/(0)7171/401-107 http://www.seitzschenk.de		✓			
Ralle Landmaschinen GmbH Herr Dr. Ralle	Zellwaldring 47-51 D-09603 Großvoigtsberg Phone: ++49/(0)37328/80912 http://www.ralle.de					✓
SGS-Ingenieure Herr L. Sergis-Christian	Oranienstraße 9 D-52066 Aachen Phone: ++49/(0)241/44598-15 Telefax: ++49/(0)241/44598-19 http://www.sgs-ingenieure.de					✓
Skeppsta Maskin AB Mr. B. Jonsson	Täby Skeppsta S-705 94 Örebrö Sweden Phone: ++46/(0)19228005 Telefax: ++46/(0)19228005 http://www.oilpress.com	✓				

Firma / Ansprechpartner	Adresse	Ölresse	Filter	Armaturen	Schläuche	Planung
Karl Strähle GmbH & Co. KG Frau C. Strähle	Robert-Bosch-Strasse 11 D-73265 Dettingen-Teck Phone: ++49/(0)7021/95097-0 Telefax: ++49/(0)7021/95097-33 http://www.straehle-maschinenbau.de	✓				✓
Zimmer GmbH Edelstahl- und Anlagentechnik	Thomas-Mann-Strasse 61 D-90471 Nürnberg Phone: ++49/(0)911/813 77 07 Telefax: ++49/(0)911/813 77 00 http://www.zimmer-nbg.de			✓		

Anbieter von Tankanlagen, Zapfsäulen und Zubehör für Rapsöl-kraftstoff

Die nachfolgende Liste beruht auf Herstellerangaben. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und stellt weder eine Empfehlung noch einen Leistungsnachweis dar.

Stand 10/2006 (ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit)

Quelle: Technologie- und Förderzentrum

Buck-Tankanlagen Daloser Weg 5 D-89134 Blaustein-Bermaringen Phone: ++49/(0)7304/803930 www.buck-tankanlagen.de	Tankstationen und Zubehör Tankautomaten, Systeme zur Tankdatenerfassung
Büsch Pflanzenöle GmbH Waldstr. 35 D-56220 Koblenz/Bassenheim Phone: ++49/(0)2625/854645 www.buesch-pflanzenoele.de	Tankstationen und Zubehör, eichfähig

<p>Chemowerk GmbH In den Backenländern 5 D-71384 Weinstadt Phone: ++49/(0)7151/9636-0 www.chemo.de</p>	<p>Tankstationen 1.500 – 10.000 l und Zubehör</p>
<p>ELAFLEX Hamburg Schnackenburgallee 121 D-22525 Hamburg (Eidelstedt) Phone: ++49/(0)40/5400050 www.elaflex.de</p>	<p>Schläuche, Zapfpistolen und Zubehör</p>
<p>FLACO Geräte GmbH Isselhorster Str. 377-379 D-33334 Gütersloh Phone: ++49(0)5241/603-48 www.flaco.de</p>	<p>Zapfsäulen, Tankanlagen, Tankstationen, eichfähig</p>
<p>J. Giebel Filtertechnik Schwabenäcker 54 D-74594 Kreßberg Phone: ++49(0)7951/467818 www.giebel-filtertechnik.de</p>	<p>Belüftungstrockner zur Be- und Entlüftung von Mineralöl- und Biokraftstoffen</p>
<p>HV Hallbauer Industriestr. 18 D-68519 Viernheim Phone: ++49(0)6204/70950 www.hallbauer-viernheim.de</p>	<p>Tankstationen und Zubehör, automatische Endabschaltung möglich</p>
<p>Fa. Hausmann Am Angertor 3 D-97618 Wülfershausen Phone: ++49(0)9762/506</p>	<p>Tankstationen und Zubehör 3.000 - 25.000 l, automatische Endabschaltung möglich</p>
<p>Horn GmbH Munketoft 42 D-24937 Frensborg Phone: ++49(0)461/8696-0 www.horn-gmbh.de</p>	<p>Zapfsäulen und Zubehör</p>

<p>Jessberger GmbH Joh.-Seb.-Bach-Str. 58 D-85591 Vaterstetten Phone: ++49(0)8106/306767 www.jesspumpen.de</p>	Pumpen
<p>Krampitz Tanksystem GmbH Dannenberger Str. 15 D-21368 Dahlenburg/Lbg Phone: ++49(0)5851/9442-0 www.krampitz.de</p>	Tankstationen und Zubehör, eichfähig
<p>lümatic®, Hermann Lümmen GmbH Biberweg 32 D-53842 Troisdorf Phone: ++49(0)2241/2647-0 www.luematic.de</p>	Tankstationen, Zapfsäulen mit integriertem Tankautomat und Zubehör, eichfähig
<p>Lutz-Pumpen GmbH & Co.KG Postfach 1462 D-97864 Wertheim Phone: ++49(0)9342/879-0 www.lutz-pumpen.de</p>	Chemikalienpumpen, Fasspumpen, Durchflusszähler
<p>Patzelt GmbH Steinbruchweg 4 D-90607 Rückersdorf Phone: ++49(0)911/579327 www.patzelt-gmbh.de</p>	Pumpen Zapfsäulen mit Zubehör, teilweise eichfähig
<p>Penta-Tankanlagen Im Südfeld 8 D-33647 Bielefeld Phone: ++49(0)521/410031 www.penta-tankanlagen.de</p>	Zapfsäulen und Zubehör, eichfähig
<p>rapidOil AG Lotte-Branz-Str. 8 D-80939 München Phone: ++49(0)89/37006246 Telefax: ++49(0)89/37006243 www.rapidoil.de</p>	Tankanlagen, Tankstationen, Systeme zur Tankdatenerfassung

<p>SGS-Ingenieure Oranienstr. 9 D-52066 Aachen Phone: ++49(0)241/44598-0 www.sgs-ingenieure.de</p>	<p>Zapfpistolen mit automatischer Abschaltung, Bezugsquelle: Fa. Regiokontor, Hr. Schraven, 52459 Inden – Schophoven Tel. und Fax: 02465/30039-19</p>
<p>THOMS EnergieService Otternhägener Str. 8A D-30826 Garbsen Phone: ++49(0)6204/70950 www.thoms.energieservice.de</p>	<p>Tankstellennetze</p>
<p>Kurt Willig GmbH & Co.KG -Spezialist für Tankfahrzeuge- Borsigstraße 23 D-94315 Straubing Phone: ++49(0)9421/988-0 www.willig-tankfahrzeuge.de</p>	<p>Tankfahrzeuge, Tankstationen, eichfähige Zählwerke</p>
<p>ZUWA-Zumpe GmbH Franz-Fuchs-Straße 13-17 D-83410 Laufen Phone: ++49(0)8682/89340 www.zuwa.de</p>	<p>Pumpen, Tankanlagen und Zubehör</p>
<p>3 P GmbH Schotten 6 D-25554 Nortorf Phone: ++49(0)4823/921298-0 www.3pgmbh.com</p>	<p>Zapfsäulen für Mischungen Pflanzenöl und Diesel</p>

Analysenlabore für Rapsölkraftstoffe

Die nachfolgende Liste beruht auf Firmenangaben. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und stellt weder eine Empfehlung noch einen Leistungsnachweis dar.

Stand 03/2007 (ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit)

Quelle: Technologie- und Förderzentrum

Analysenlabor	Akkreditiert für Rapsölkraftstoff	Akkreditiert für bestimmte Eigenschaften von Rapsölkraftstoff	Vollständige Analyse nach DIN V 51605	Teilweise Analyse nach DIN V 51605
ASG Analytik-Service Gesellschaft mbH Trentiner Ring 30 86356 Neusäß Tel. 0821/450423-0	X		X	
AUA Agrar- und Umweltanalytik GmbH Jena Löbstedter Str. 78 07749 Jena Tel. 03641/46490		X		X
Analysen Service GmbH Umwelt- und Öllabor Leipzig Arno-Nitzsche-Str. 35, Gebäude 229 04277 Leipzig Tel. 0341/305150		X		X
Dr. Fintelmann und Dr. Meyer GmbH Mendelssohnstr. 15 d 22761 Hamburg Tel. 040/899664-0		X		X
ENERLYT Potsdam GmbH Am Buchenhorst 35A 14478 Potsdam Tel 0331/8884442	k. A.			
GUMA GmbH Labor Seefeld Krummenseer Chaussee 23 PETS-Tanklager 16356 Seefeld Tel. 033398/76860		X		X

Analysenlabor	Akkreditiert für Rapsöl- kraftstoff	Akkreditiert für bestimmte Eigenschaften von Rapsöl- kraftstoff	Vollständige Analyse nach DIN V 51605	Teilweise Analyse nach DIN V 51605
I.M.U. Institut für Mineralölprodukte und Umweltanalytik Stolzenthalergasse 21 A – 1080 Wien Tel. 0043/1/8125361		X		X
I.S.P Institut für Kraft- und Schmierstoffprüfungen GmbH Neuenkirchener Str. 7 48499 Salzbergen Tel. 05976/94750		X		X
LUFA NRW Nevinghoff 40 48147 Münster Tel. 0251/2376-595	k. A.		X	
LUFA Nord -West Institut für Boden und Umwelt Finkenborner Weg 1 a 31787 Hameln Tel. 05151/9871-82	k. A.		X	X
ÖHMI Aktiengesellschaft Berliner Chaussee 66 39114 Magdeburg Tel. 0391/8507181		X		X
PETROLAB GmbH Brunckstr. 12 67346 Speyer Tel. 06232/33011		X	X	
SGS Germany GmbH Laboratory Services Am Neuen Rheinhafen 12 A 67346 Speyer Tel. 06232/13010		X	X	

Analysenlabor	Akkreditiert für Rapsölkraftstoff	Akkreditiert für bestimmte Eigenschaften von Rapsölkraftstoff	Vollständige Analyse nach DIN V 51605	Teilweise Analyse nach DIN V 51605
TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH - Fachbereich Labor Maienweg 1 06237 Spergau Tel. 03461/481300		X		X
Centre for Sustainable Energy Research Postfach des Lehrstuhls LTT der MSF z. H. Dr. U. Schümann, Betriebsstofflabor Albert-Einstein-Str. 2 18059 Rostock Tel. 0381/4983216		*		X
Karl-Franzens-Universität Graz Institut für Chemie Arbeitsgruppe Nachwachsende Rohstoffe Heinrichstraße 28 A – 8010 Graz Tel. 0043/316/380-5353 od. 0043/664/1604753		*	X	
WISA-Laboratorium GmbH Passower Chaussee 111 Gelände der PCK Raffinerie GmbH/Geb. K316 16303 Schwedt/Oder Tel. 03332/461043		X	X	

k. A.: keine Angaben

* als Universitätslabor keine Akkreditierung