



TFZWISSEN

Forschung für die Praxis

Juli 2015 | #2



Minderung von Elementgehalten in
Rapsölkraftstoff bei dezentraler Erzeugung

2



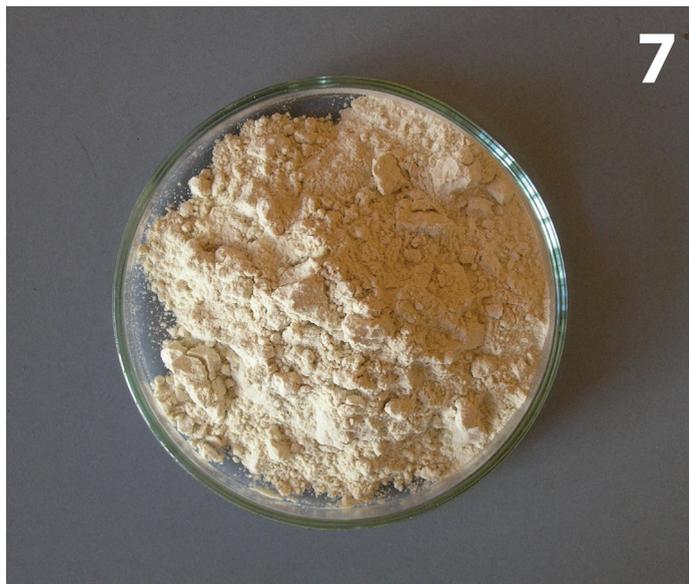
TFZWissen



6



4



7



15



16

Inhalt

Rapsölkraftstoff in DIN-Qualität	4
Adsorptive Reinigung von Rapsölkraftstoff	6
Wirkungsweise der Zuschlagstoffe.....	7
Verfahren zur adsorptiven Reinigung	9
Technik zur adsorptiven Reinigung.....	15
Kosten der adsorptiven Reinigung	16
Qualitätssicherung	16
Tipps für die Praxis.....	17
Weiterführende Literatur	18
Quellen.....	19

Impressum:

Autoren: Josef Witzelsperger, Johannes Kastl, Dr. Edgar Remmle
Herausgeber:
Technologie- und Förderzentrum (TFZ)
Leiter: Dr. Bernhard Widmann
Schulgasse 18
94315 Straubing

Gestaltung: TFZ
Fotos: TFZ, Markus Klaisle (S. 5), Kurt Fuchs (Cover)
Erscheinungsjahr: 2015
Erscheinungsort: Straubing
Verlag: Eigenverlag

© Alle Rechte vorbehalten

Die Forschungsarbeiten wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten unter den Förderkennzeichen N/07/12: Prüfung der Eignung von Verfahren zur Reduktion ablagerungs- und aschebildender Elemente in Rapsölkraftstoff bei der dezentralen Erzeugung sowie EW/13/41: Qualitätssicherung bei der dezentralen Herstellung von Rapsölkraftstoff nach DIN 51605 – Absenkung der Gehalte an Calcium, Magnesium und Phosphor gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Unter Verwendung mineralölfreier (Mineralölanteil < 1 %) Druckfarben gedruckt auf chlorfreiem Papier aus nachhaltiger, zertifizierter Waldbewirtschaftung.



17

Rapsölkraftstoff in DIN-Qualität



Rapsölkraftstoff nach DIN 51605

Rapsölkraftstoff kann sowohl in industriellen Ölmühlen durch Heißpressung, Lösungsmittelextraktion und Raffination als sogenanntes Rapsölvollraffinat als auch in dezentralen Ölmühlen durch schonende Rapssaatverarbeitung ohne Lösungsmittelextraktion als sogenanntes kaltgepresstes Rapsöl hergestellt werden [7].

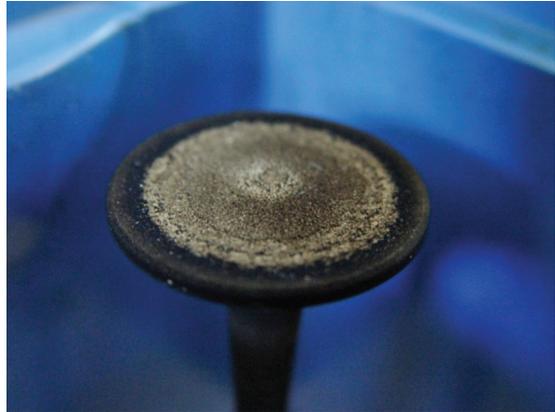
Um pflanzenöлтаugliche Motoren störungsfrei und emissionsarm betreiben zu können, muss Rapsölkraftstoff bestimmte Anforderungen erfüllen. Diese sind in der Norm DIN 51605 festgelegt. Seit Januar 2012 gelten stark herabgesetzte Grenzwerte für den Gehalt an Phosphor von 3,0 mg/kg, Calcium von 1,0 mg/kg und Magnesium von 1,0 mg/kg. Damit wird dem vermehrten Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen (z. B. Katalysatoren, Rußpartikelfilter) Rechnung getragen, die aschearmen und Katalysatoren gift-freien Kraftstoff voraussetzen.

Unerwünschte Elemente in Rapsölkraftstoff

Phosphor, Calcium und Magnesium schädigen Motorbauteile durch Ablagerungs- und Aschebildung oder wirken als Katalysatorengeifte [2]. Durch die Belegung der Katalysatoroberflächen wird die katalytische Funktion beeinträchtigt.

Phosphor senkt die Verbrennungstemperatur im Motor, weshalb Rapsöl gegebenenfalls unvollständig verbrennt und sich an den Oberflächen des Verbrennungsraums anlagert, wodurch das Emissionsverhalten möglicherweise beeinträchtigt wird.

Die Erdalkalimetalle **Calcium** und **Magnesium** verursachen bei der motorischen Verbrennung Heißkorrosion und Ablagerungen an den Einspritzdüsen und verstopfen als Aschebildner Rußpartikelfilter.



Ablagerungen an einem Motorventil (Foto: Markus Klaisse)

Deshalb ist es erklärtes Ziel, die Konzentration dieser Elemente im Kraftstoff zu verringern.

Einflussnahme auf Elementgehalte

In dezentralen Ölmühlen kann durch die ausschließliche Verarbeitung von reifer, schonend getrockneter Rapssaat und entsprechende Prozessführung (schonendes Pressen bei niedriger Presstemperatur und geringem Druck) der Gehalt dieser drei unerwünschten Elemente im erzeugten Rapsöl bereits relativ niedrig gehalten werden [7]. Die Einhaltung der geforderten Grenzwerte nach DIN 51605 ohne weitere Maßnahmen ist jedoch in der Praxis kaum möglich. Dezentrale Ölmühlen können aber eine Minderung dieser Elementgehalte auf

Werte deutlich unterhalb der Grenzwerte nach DIN 51605 durch eine Behandlung mit adsorptiv wirkenden Stoffen und mit Zitronensäure erreichen.

Dieses Handbuch soll den Betreibern dezentraler Ölmühlen als Leitfaden dienen, um die adsorptive Reinigung von Rapsölkraftstoff in den bestehenden Betriebsablauf erfolgreich zu integrieren.

Adsorptive Reinigung von Rapsölkraftstoff



Förder- und Dosiertechnik für pulverförmige Zuschlagstoffe in einer dezentralen Ölmühle

Mithilfe von Adsorbentien können unerwünschte Begleitstoffe wie Schleimstoffe (Phosphatide/ Phospholipide) und mit ihnen assoziierte Metallionen wie Calcium, Magnesium, Eisen und Kupfer [5] [10] aus Rapsöl entfernt werden [12]. Der Begriff Adsorbentien umfasst im Folgenden die Stoffgruppen Bleicherden, Bleicherdemischungen und Silicagele. Neben diesen adsorptiv wirkenden pulverförmigen Stoffen kann für die Elementgehaltsabsenkung auch Zitronensäure in wässriger Lösung bzw. in Form von feinvermahlenem Zitronensäureanhydratpulver verwendet werden. Filterhilfsmittel wie Cellulose, Kieselgur und Perlite verschiedener am Markt befindlicher Anbieter verbessern die Filtration. Der Verfahrensschritt wird zusammenfassend als adsorptive Reinigung bezeichnet, die zugesetzten Produkte als Zuschlagstoffe.



Blick in einen Vorratsbehälter mit Förderschnecke für pulverförmige Stoffe, wie z. B. Bleicherde

Eine aktuelle Übersicht für Adsorbentien, Filterhilfsmittel und Zitronensäure zur Nachbehandlung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölmühlen ist unter www.tfz.bayern.de zu finden. Darin sind Bezugsquellen für die verschiedenen Produkte aufgelistet. Der Verkauf erfolgt in unterschiedlichen Gebinden als Sackware, im Bigbag oder lose per Lkw-Tankzug. Bei kühlen und trockenen Umgebungsbedingungen sind die Materialien nahezu unbegrenzt lagerfähig.

Eine aktuelle Übersicht für Adsorbentien, Filterhilfsmittel und Zitronensäure finden Sie auf Seite 21 in diesem Heft und auf unserer Webseite www.tfz.bayern.de.

Wirkungsweise der Zuschlagstoffe

Bleicherden ermöglichen die Adsorption von Phosphatiden aus dem Öl und einen Ionenaustausch von Metallspuren [3] [6]. Die Entfernung unerwünschter Begleitstoffe aus dem Öl wird durch das Wechselspiel von Temperatur, Zeit, Bleicherdemenge und Bleicherdeaktivität beeinflusst. Dabei hat sich als Kompromiss aus Wirksamkeit, Produktschonung und Wirtschaftlichkeit eine Konditionierungstemperatur von 40 °C ergeben. Um unerwünschte Nebenreaktionen zu vermeiden, darf die Temperatur nicht zu hoch sein, da ansonsten das Öl geschädigt werden kann und mit einer verminderten Qualität und einer verkürzten Haltbarkeit zu rechnen ist [12].



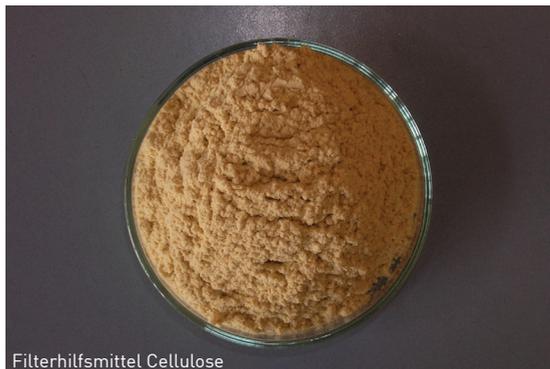
Bleicherde

Synthetische Kieselgele (engl.: silicagels / silica hydrogels) haben eine nicht kristalline Kolloidstruktur mit signifikantem Wassergehalt. Das Wasser ist ein integraler Bestandteil der Struktur, verleiht synthetischen Kieselgelen eine große Oberfläche und ein großes Porenvolumen und bietet auch die polare Oberfläche für die Adsorption von Phospholipiden und anderen Verunreinigungen aus dem behandelten Öl [4].



Silicagel

Cellulose – hergestellt aus Zellstoff von Nadel- oder Laubholzbäumen, durch Bleichen oder Kochen veredelt, trocken oder nass gemahlen (fibrilliert) – eignet sich sehr gut als Filterhilfsmittel [14]. Durch das faserförmige Material wird die Bildung besonders rissfester Filterkuchen ermöglicht, die gegen Druckschwankungen stabil, kompressibel und besonders leicht abnehmbar sind. Filterhilfsmittel aus Cellulose sind problemlos kompostierbar [8] oder können in der Regel als Filtrationsrückstand gemeinsam mit Rapskuchen als Futtermittel verwertet werden.



Filterhilfsmittel Cellulose

Kieselgur ist ein biogenes Sedimentmineral, das durch die Ablagerung von Kieselalgenpanzern in Süß- und Meerwasser des Tertiärs und Quartärs entstanden ist. Kieselgur wird durch thermische Behandlung (Glühen) von organischen Bestandteilen befreit und durch schonendes Mahlen aufbereitet [14].

Perlite sind geblühte, gemahlene und selektierte Blähtone vulkanischen Ursprungs und dienen vorzugsweise der Auflockerung sich bildender Filterkuchen und tragen auf diese Weise zur Verbesserung der Durchströmbarkeit des Filterkuchens bei [8] [14].

Kieselgur und Perlite sind mineralische, Cellulose ist ein organisches Filterhilfsmittel.

Wasserunlösliche (nicht hydratisierbare) Phosphatide werden erst durch Behandlung des Öls mit **Zitronensäure** ausgefällt und können anschließend nach Zugabe eines geeigneten Adsorptionsmittels durch Filtration abgetrennt werden.

Die Gehalte an Phosphor, Calcium und Magnesium im behandelten Rapsölkraftstoff können mithilfe dieser Zuschlagstoffe unter die geltenden Grenzwerte nach DIN 51605 abgesenkt werden.

Dabei gilt es, folgende Zusammenhänge zu berücksichtigen:

Für eine erfolgreiche Absenkung der Elementgehalte ist die wechselseitige Beziehung zwischen dem Öl zugegebener Adsorbens- und Zitronensäurekonzentration, der Öltemperatur sowie der Konditionierungsdauer von entscheidender Bedeutung, worauf im Folgenden näher eingegangen wird.

Hersteller von Zuschlagstoffen sind in der Tabelle im Anhang auf Seite 21 aufgeführt.

Verfahren zur adsorptiven Reinigung

Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Ansätze für die adsorptive Reinigung von Rapsölkraftstoff:

1. Trüböl wird direkt nach der Pressung mit Adsorbentien, gegebenenfalls auch mit Zitronensäure und Filterhilfsmittel behandelt. Die Elementgehalte des zu behandelnden Öls sind in der Regel zum Zeitpunkt der Behandlung nicht bekannt.
2. Reinöl mit bekannten Elementgehalten an Phosphor, Calcium und Magnesium oberhalb der Grenzwerte nach DIN 51605 wird nachbehandelt, um für diese Fehlcharge nachträglich noch Kraftstoffqualität zu erreichen.

Trübölbehandlung: Dem Trüböl, das unmittelbar nach der Pressung in einem Behälter gesammelt wird, werden vor dem Verfahrensschritt Filtration geeignete Zuschlagstoffe gegeben. Nach einer definierten Konditionierungsdauer bei einer bestimmten Temperatur wird das Öl per Filtration gereinigt. Basierend auf den Erfahrungen des Ölmühlenbetreibers

hinsichtlich der zu verarbeitenden Rapssaatqualität, der Technikeinstellungen in der Ölmühle und der verwendeten Konzentrationen an geeigneten Zuschlagstoffen wird erwartet, dass mit dem gereinigten Rapsöl die Grenzwerte nach DIN 51605 eingehalten werden und somit Kraftstoffqualität vorliegt. Diese Vorgehensweise zur adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff wird in vielen dezentralen Ölmühlen bereits erfolgreich praktiziert. Dabei gibt es hinsichtlich des Einsatzes geeigneter Zuschlagstoffe, der verwendeten Konzentrationen dieser Stoffe sowie der Konditionierungsbedingungen Unterschiede.

Das „Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffs aus Pflanzenöl“ der Firma Waldland-Vermarktungsgesellschaft mbH, für das im September 2014 das Patent erteilt wurde, beinhaltet diesen Ansatz zur Behandlung von Trüböl mit einer Bleicherdemischung [9]. Dabei handelt es sich um einen Systemansatz, bei dem die zusätzlich notwendige Technik auf die Verhältnisse der jeweiligen Ölmühle abgestimmt wird. Die verwendete Bleicherdemischung wird nach Firmenangaben von Waldland speziell auf



Integration von Förder- und Dosiertechnik zur adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff in einer dezentralen Ölmühle

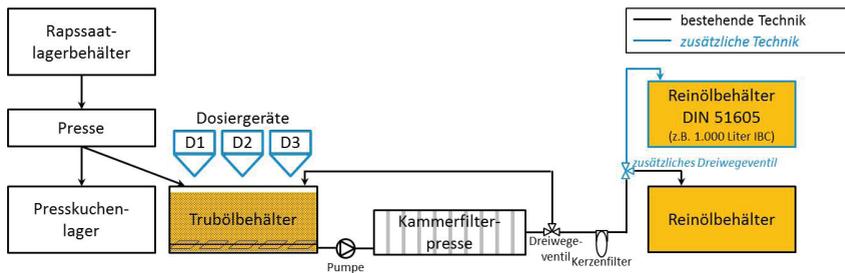
den jeweiligen Anwendungsfall optimiert geliefert.

Reinölbehandlung: Die Ölqualität wird in dezentralen Ölmühlen regelmäßig von akkreditierten Labors bestimmt. Falls die Grenzwerte nach DIN 51605 entsprechend der Analyse nicht eingehalten werden, liegt keine Kraftstoffqualität vor. Zur Korrektur dieses Qualitätsmangels müsste dieses bereits fertig gereinigte Rapsöl (ohne Trubstoffe) nachbehandelt werden. Prinzipiell geeignet für diesen Zweck der Nachbehandlung von Fehlchargen erscheinen Adsorbentien und Zitronensäure. Nachdem das gereinigte Öl aber keine Trubstoffe mehr enthält, muss zum Aufbau eines Filterkuchens bei der Anschwemmfiltration zudem ein geeignetes Filterhilfsmittel z. B. Cellulose, Kieselgur,

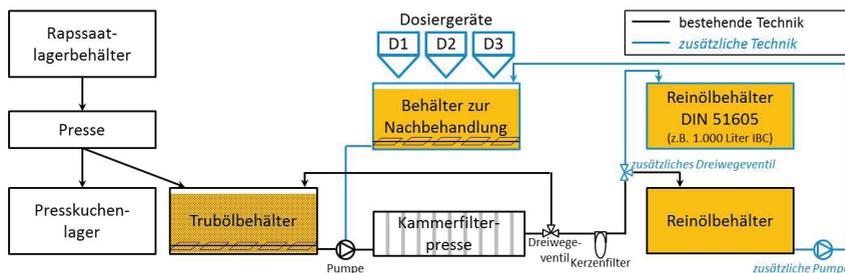
Perlite etc., verwendet werden, um die Adsorbentien aus dem Öl wieder sicher entfernen zu können.

Nachdem die Gehalte an Phosphor, Calcium und Magnesium bekannt sind, kann die Zudosierung der jeweiligen Zuschlagstoffe in angepassten Konzentrationen erfolgen. Dabei ist eine leichte Überdosierung empfehlenswert, damit die geforderten Grenzwerte sicher eingehalten werden können.

Die beiden nachfolgenden Schaubilder zeigen die in dezentralen Ölmühlen bereits bestehende technische Infrastruktur sowie die für eine adsorptive Reinigung von Rapsölkraftstoff zusätzlich erforderlichen Technikkomponenten für beide Verfahren im Vergleich.



Schema zur adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölmühlen im Rahmen des bestehenden Produktionsprozesses (Verfahren 1)



Schema zur gezielten Nachbehandlung von Fehlchargen zur Einstellung von Kraftstoffqualität nach DIN 51605 in dezentralen Ölmühlen (Verfahren 2)



Lagerbehälter aus Edelstahl und Kunststoff (IBC – Intermediate Bulk Container) mit einem Volumen von ca. 1.000 Litern

Der Trübölbehälter wird beim Verfahren 1 für die Ölbehandlung verwendet, die kontinuierlich oder batchweise (nur für benötigte Ölmengen mit Kraftstoffqualität) möglich ist. Die Dosierung der Zuschlagstoffe kann manuell oder bevorzugt mit Dosiergeräten erfolgen. Rapsöl mit Kraftstoffqualität wird in einem Extratank gelagert, z. B. in einem 1.000-Liter-IBC als Verkaufs- und Transportgebinde.

Zur Nachbehandlung von Fehlchargen (Verfahren 2) ist ein Extratank nötig, sofern die Presse kontinuierlich weiterbetrieben werden soll. Während das anfallende Trüböl im Trübölbehälter zwischengelagert wird, kann die Filtration der zu behandelnden Fehlcharge erfolgen. Dem mit Adsorbentien und gegebenenfalls Zitronensäure nachzubehandelnden Reinöl muss für den nötigen Filterkuchenaufbau zusätzlich ein Filterhilfsmittel in ausreichender Menge zugegeben werden. Die Zudosierung kann wiederum manuell oder bevorzugt mit Dosiergeräten erfolgen.

Adsorbens-/Zitronensäurekonzentration

In Abhängigkeit von den Elementgehalten im unbehandelten Öl sind ausreichend hohe Konzentrationen an Adsorbentien und gegebenenfalls Zitronensäure zur effektiven Absenkung der Gehalte an Phosphor, Calcium und Magnesium nötig.

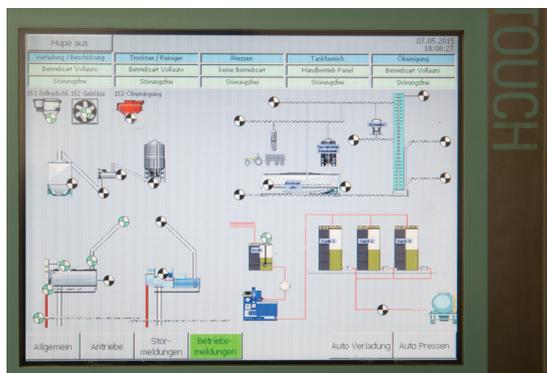
Erfahrungsgemäß bewegen sich diese Konzentrationen im Bereich von:

- ca. 0,2 bis 1,5 Gew.-% Adsorbens
- plus Zitronensäureanhydrat-Feinpulver in Höhe von 10 % der Adsorbenskonzentration (falls nötig)
- plus ca. 0,5 bis 1,0 Gew.-% Filterhilfsmittel (falls nötig).

Das Reduktionspotenzial der genannten Stoffe ist dadurch gekennzeichnet, dass mit einer ausreichend hoch gewählten Konzentration die Elementgehalte von einem höheren Ausgangsgehalt leichter, d. h. in einem größeren Schritt abgesenkt werden können, als von einem Niveau bereits nahe an den existierenden Grenzwerten nach DIN 51605.

Einfluss der Öltemperatur

Mit steigender Öltemperatur nimmt die Wirksamkeit der Adsorbentien zur Elementgehaltsabsenkung zu, d. h., bei höherer Temperatur sind bessere Reduktionsraten möglich. Eine



Steuerung zum Betrieb der verschiedenen Technikbereiche einer dezentralen Ölmühle

Eine Reduktion von Phosphor, Calcium und Magnesium von Ausgangsgehalten knapp über den geltenden Grenzwerten in den Bereich der Nachweisgrenzen erfordert deshalb eine gezielte Abstimmung aller bekannten Einflussgrößen.

Diesem nicht linearen Zusammenhang kann der Ölmühlenbetreiber nur durch individuell zu sammelnde Erfahrungen im Umgang mit Adsorbentien für seine jeweils vorliegende Rapsölqualität und die damit erzielten jeweiligen Behandlungserfolge begegnen.



Laboraufbau zur Untersuchung des Temperatureinflusses

Öltemperatur von ca. 30 bis 40 °C ist empfehlenswert. Wird Trüböl unmittelbar nach der Pressung mit Adsorbentien und Zitronensäure behandelt, liegt bereits eine ausreichend hohe Öltemperatur vor. Erfolgt die Behandlung erst später und hat das Trüböl nur mehr Raumtemperatur (ca. 20 °C) ist entweder eine Erwär-

mung des Öls durchzuführen bzw. die Konzentration von Adsorbentien und Zitronensäure in ausreichendem Maße zu steigern und für eine genügend lange Konditionierungsdauer zu sorgen. In der Praxis wird in der Regel die Konzentration der Adsorbentien erhöht, anstelle das Öl wieder zu erwärmen.

Einfluss der Konditionierungsdauer

Nach Zugabe von Adsorbentien und gegebenenfalls Zitronensäure zum zu behandelnden Trüböl sollte das Öl für mindestens 30 Minuten durch permanentes Rühren konditioniert werden, bevor die Filtration gestartet wird. Hierbei ist zu beachten, dass eine längere Konditionierung keinen Nachteil für die erzielbare Absenkung der Elementgehalte mit sich bringt.



Permanentes Rühren sorgt für gute Durchmischung des Öls mit den Zuschlagstoffen

Optimierung der Wirkstoffkonzentration

Die adsorptive Reinigung von Rapsölkraftstoff erfolgt mit dem Ziel, die Gehalte an Phosphor, Calcium und Magnesium sicher unter die Grenzwerte nach DIN 51605 abzusenken und dadurch keine weiteren qualitätsbestimmenden Parameter negativ zu beeinflussen. Die Kenntnis der Ausgangsgehalte dieser Elemente im Öl ist von großer Bedeutung, um daran

angepasst die jeweils nötige Wirkstoffkonzentration zu wählen.

Eine Überschreitung der Grenzwerte kann einen hohen wirtschaftlichen Schaden nach sich ziehen, weshalb eine geringfügige Überdosierung empfehlenswert ist. Der angestrebte Zielwert sollte immer unterhalb des Grenzwertes liegen und den Messfehler des Prüfverfahrens

rens berücksichtigen.

Zur Zielerreichung einer normkonformen Kraftstoffqualität ist bei bekannten Ausgangsgehalten für Phosphor, Calcium und Magnesium eine Mindestmenge geeigneter Zuschlagstoffe erforderlich. Unter Berücksichtigung der bereits angeführten Wechselwirkungen von Wirkstoffkonzentrationen, Öltemperatur und Konditionierungsdauer bilden die individuellen Erfahrungswerte des Ölmühlenbetreibers die Basis für die Optimierung der nötigen Wirkstoffkonzentrationen.

Die Wirksamkeit einer adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff zur Absenkung der Elementgehalte kann folgendermaßen zielgerichtet verbessert und sichergestellt werden:

- Adsorbens- und Zitronensäurekonzentration an Ausgangsqualität des Rapsöls anpassen, dabei bewusst eine leichte Überdosierung wählen.
- Konditionierungsdauer im (Truböl-)Tank ausreichend lange anlegen.
- Öltemperatur für verbesserte Reduktionswirkung der Zuschlagstoffe sofern möglich erhöhen.



Förder- und Dosiertechnik zur Einbringung eines Zuschlagstoffs in den Truböltank

Technik zur adsorptiven Reinigung

Die Zudosierung von Produkten zur adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff kann manuell per Hand oder automatisiert erfolgen. Technikkomponenten wie z. B. Dosiereinheiten mit Förderschnecken können per Zeitschaltuhr oder vollautomatisiert entsprechend der jeweils aktuell in den Trübölbehälter fließenden Trübölmasse angesteuert werden.

Aus dem Praxisbetrieb dezentraler Ölmühlen sind sowohl die manuelle Zugabe von Adsorbentien und Zitronensäure (wässrige Lösung bzw. Anhydrat-Feinpulver), der Einsatz in Eigenregie zusammengestellter Einzelkomponenten als auch individuell von Systemanbietern installierte schlüsselfertige Anlagen bekannt.

Entsprechend einer durchgeführten Recherche sind am Markt sowohl Einzelkomponenten als auch Komplettlösungen für die adsorptive Reinigung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölmühlen je nach angestrebtem Technisierungsgrad in unterschiedlichen Preissegmenten erhältlich. Eine Übersicht hierzu ist auf Seite 22 sowie unter www.tfz.bayern.de zu finden. Darin sind die jeweiligen Firmen mit Kontaktdaten aufgelistet.

Kosten der adsorptiven Reinigung

Für drei dezentrale Ölgewinnungsanlagen mit unterschiedlichen Saatverarbeitungskapazitäten wurden exemplarisch die Investitionskosten für ein Nachbehandlungssystem mit automatischer Dosierung ermittelt. Diese variieren je nach angestrebtem Einsatz von Adsorbentien, Zitronensäure und Filterhilfsmittel und vorliegender Saatverarbeitungskapazität der Ölmühle zwischen etwa 4.000 € und 12.000 €. Die kalkulierten Behandlungskosten (fix und variabel) unterscheiden sich in Abhängigkeit von

der gewählten Behandlungsvariante und der vorliegenden Saatverarbeitungskapazität der Ölmühle mit etwa 0,5 bis 3,8 €-Cent (netto)/l Öl sehr deutlich. Angesichts der ermittelten jährlichen Ausgaben für die erforderlichen Zuschlagstoffe werden die Notwendigkeit zur Optimierung der eingesetzten Konzentrationen im konkreten Einzelfall sowie die untergeordnete Bedeutung der Investitionskosten für ein Nachbehandlungssystem offensichtlich [11].

Qualitätssicherung

Insbesondere bei wechselnden Rapssaatqualitäten während der laufenden Produktion müssen die vorliegenden Ausgangsqualitäten des zu behandelnden Öls durch regelmäßige Analysen überwacht sowie die Rahmenbedingungen einer adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff überdacht und entsprechend angepasst werden. Hohe Über- bzw. Unterdosierungen sollen so vermieden werden. Unzureichende Effekte hinsichtlich der gewünschten Absenkung der Elementgehalte im Öl sowie eine Beeinträchtigung weiterer Qualitätsparameter wie Säurezahl, Oxidationsstabilität, Wassergehalt und unnötig hohe Behandlungskosten stehen dabei im Fokus [11].

Als Hilfestellung zur Integration der adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff ins Qualitätssicherungssystem dezentraler Öl-

mühlen steht unter www.tfz.bayern.de auf Basis der Software Microsoft® Office Excel ein EDV-gestützter Maßnahmenkatalog kostenlos zur Verfügung. Diese Vorlage beinhaltet sämtliche Verfahrensschritte von der Bereitstellung und Verarbeitung von Rapssaat bis zur Lagerung und Vermarktung der erzeugten Produkte Rapsöl und Presskuchen und kann auf die individuellen Bedürfnisse der jeweiligen Ölmühle angepasst und anschließend verwendet werden. Diese Arbeitsvorlagen zur Dokumentation können vom Ölmühlenbetreiber direkt in der EDV-Anwendung ausgefüllt sowie auch ausgedruckt und von Hand bearbeitet werden. Für Ölmühlenbetreiber besteht die Möglichkeit, anhand dieser Vorlagen ein eigenes Qualitätssicherungssystem aufzubauen. Es ist jedoch zu beachten, dass betriebsindividuell z. B. Zustän-

digkeiten, Kommunikationswege, Prüfverfahren, sofern nicht schon festgelegt, Schulungsmaßnahmen für die zuständigen Personen usw. ergänzt werden müssen.

Neben der Dokumentation der adsorptiven Reinigung von Trüböl und Reinöl (Fehlchargen) sollte der Ölmühlenbetreiber zur Sammlung von Erfahrungswerten auch die jeweils erreichten Elementgehaltsabsenkungen mit den dafür eingesetzten Konzentrationen an Zuschlagstoffen sowie Temperaturen und Konditionierungszeiten festhalten. Kenntnisse zur tatsächlich erreichten Dosiergenauigkeit und zum damit verbundenen Materialeinsatz bilden die Grundlage für einen zielgerichteten und bedarfsorientierten Einsatz von Zuschlagstoffen nach dem Prinzip „so viel wie nötig und so wenig wie möglich“ plus Sicherheitszuschlag.

Diese dokumentierten Erfahrungswerte zum erzielten Behandlungserfolg bei bekannten Ölqualitäten bilden die Grundlage eines individuellen Nachschlagewerks des Ölmühlenbetreibers für die Festlegung künftig erforderlicher Zuschlagstoffkonzentrationen.

Tipps für die Praxis

Bevor Produkte zur adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff im Praxisbetrieb eingesetzt werden, sollte versuchsweise deren Löslichkeit bzw. Einmischbarkeit im zu behandelnden Rapsöl getestet werden.

Manche dieser pulverförmigen Stoffe neigen bei der manuellen Zugabe zum Beispiel mit einer Dosierschaufel zur Klumpenbildung. In

Dokumentationsvorlagen für diesen Zweck stehen dem Ölmühlenbetreiber ebenfalls zur Verfügung und sind als Hilfestellung beim individuellen Lernprozess zur erfolgreichen Etablierung der adsorptiven Reinigung in dezentralen Ölmühlen zu verstehen.

Eine weitere Empfehlung für Betreiber dezentraler Ölmühlen ist das Handbuch „Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen“ [7], das ebenfalls unter www.tfz.bayern.de und www.fnr.de zur Verfügung steht. Darin werden sämtliche Verfahrensschritte bei der Herstellung von Rapsölkraftstoff und u. a. Qualitätssicherung, betriebswirtschaftliche Aspekte sowie rechtliche Rahmenbedingungen behandelt.



Handbuch Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen

diesem Fall kann die erforderliche Zuschlagstoffmenge vorab in bspw. 5 bis 10 l Rapsöl gleichmäßig eingemischt und dann dem zu behandelnden Öl zugegeben werden.

Erfolgt die Zugabe dieser Zuschlagstoffe mithilfe von Dosiereinheiten mit Förderschnecken kann diesem Problem abgeholfen werden. Besonderes Augenmerk ist in diesem Zusam-

menhang auf eine möglichst trockene Lagerung der Zuschlagstoffe zu legen, damit deren Rieselfähigkeit erhalten bleibt.

Darüber hinaus ist auf ein sorgfältiges Einrühren und damit eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Zuschlagstoffe im Öl zu achten.

Perlite aus dem Baustoffbereich lassen sich

aufgrund ihrer Oberflächenstruktur nicht im Öl einmischen und sind deshalb als Filterhilfsmittel für Rapsölkraftstoff nicht zu empfehlen.

Spezielle Filterperlite zeichnen sich dagegen durch einen sehr geringen Anteil im Öl aufschwimmender Partikel aus und lassen sich im Öl gut einmischen.

Weiterführende Literatur

Im Rahmen der Forschungsvorhaben „Reduktion ablagerungs- und aschebildender Elemente in Rapsölkraftstoff“ [11] sowie „Qualitätssicherung bei der dezentralen Herstellung von Rapsölkraftstoff nach DIN 51605 – Absenkung der Gehalte an Calcium, Magnesium und Phosphor“ [1] wurden verschiedene Zuschlagstoffe auf ihr Reduktionspotenzial und ihre prinzipielle Eignung für den Einsatz in dezentralen Ölmühlen untersucht. Die Berichte stehen unter www.tfz.bayern.de zur Verfügung.



Quellen

- [1] Kastl, J.; Witzelsperger, J.; Remmele, E. (2015): Qualitätssicherung bei der dezentralen Herstellung von Rapsölkraftstoff nach DIN 51605 – Absenkung der Gehalte an Calcium, Magnesium und Phosphor. Berichte aus dem TFZ, Nr. 41. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), 96 Seiten
- [2] Klaisle, M. (2012): Ablagerungsbildung beim Betrieb eines Dieselmotors mit Rapsölkraftstoff. Ursachen – Auswirkungen – Abhilfemaßnahmen. Dissertation. München: Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt; Lehrstuhl für Rohstoff- und Energietechnologie, 220 Seiten
- [3] Lagaly, G. (1994): Bentonites. Adsorbents of toxic substances. In: Schwuger, M. J.; Haeger, F. H. (Hrsg.): Surfactants and Colloids in the Environment. Heidelberg: Springer-Verlag, Progress in colloid & polymer science, Nr. 95, S. 61–72
- [4] Nock, A. (1996): Silica adsorbents for edible oil processing and environmental benefits. In: Allen, D. A.; Kochhar, S. P. (Hrsg.): Environmental issues facing the edible oil industry. Proceedings of a conference organised by the SCI Oils & Fats Group in London, UK, 14th February 1996. Bridgwater: PJ Barnes & Associates, S. 57–70
- [5] Pryor, J. N.; Bogdanor, J. M.; Welsh, W. A. (1989): Dual-phase adsorption and treatment. München: Europäisches Patentamt, European Patent Application EP 340 717
- [6] Remmele, E.; Widmann, B. A.; Wachs, B. (1997): Umweltverträglichkeit von Hydraulikölen auf Rapsölbasis beim Einsatz in mobilen Aggregaten sowie Möglichkeiten der Wiederverwendung, Verwertung und Entsorgung. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, 192 Seiten
- [7] Remmele, E. (2009): Handbuch. Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen. 2., neu bearb. und erw. Auflage, Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 83 Seiten
- [8] Scheuermann, E. A. (1980): Filterhilfsmittel für die Feinklämung. Die Chemische Produktion, Jg. 9, Nr. 11, S. 44, 46, 50–51, 56
- [9] Waldland-Vermarktungsgesellschaft mbH; Gruber, G.; Kaiser, T.; Dotzer, A. (2014): Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffs aus Pflanzenöl. München: Europäisches Patentamt, European Patent Application EP 2 106 436
- [10] Welsh, W. A.; Parent, Y. O. (1992): Method for refining glyceride oils using amorphous silica. München: Europäisches Patentamt, European Patent Application EP 185 182
- [11] Witzelsperger, J.; Remmele, E. (2009): Prüfung der Eignung von Verfahren zur Reduktion ablagerungs- und aschebildender Elemente in Rapsölkraftstoff bei der dezentralen Erzeugung. Berichte aus dem TFZ, Nr. 20. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), 270 Seiten

- [12] Zschau, W. (1993): Die Bleichung von Speisefetten und -ölen I.: Aus dem Arbeitskreis „Technologien der industriellen Gewinnung und Verarbeitung von Speisefetten“. Fett Wissenschaft Technologie / Fat Science Technology, Jg. 95, Nr. 4, S. 123–126
- [13] Zschau, W. (1993): Die Bleichung von Speisefetten und -ölen II.: Aus dem Arbeitskreis „Technologien der industriellen Gewinnung und Verarbeitung von Speisefetten“. Fett Wissenschaft Technologie / Fat Science Technology, Jg. 95, Nr. 9, S. 321–325
- [14] Zschau, W. (1998): Die Bleichung von Speisefetten und Ölen V.: Aus dem Arbeitskreis „Technologien der industriellen Gewinnung und Verarbeitung von Speisefetten“. Zeitschrift für Wissenschaft und Technologie der Fette, Öle und Wachse/Journal for Science and Technology of Fats, Oils and Waxes, Jg. 100, Nr. 11, S. 513–517

Produkte zur adsorptiven Reinigung von Rapsölkraftstoff sowie Filterhilfsmittel

Produkt-kategorie	Produktart	Produktbezeichnung	Hersteller	Vertrieb	Ansprechpartner	Telefon	Internet
Adsorbens	Bleicherde	Pure-Flo B80 Natural Pure-Flo Supreme B81 Select 350	Oil-Dri Corporation of America (U.S.A.)	apj GmbH Friedrich-Ebert-Str. 41 D-47799 Krefeld	Thomas Janson	0049 (0) 2151 652696 0	www.apj-gmbh.com
Adsorbens	Bleicherde	Tonsil 9191 FF	Clariant Produkte (Deutschland) GmbH	Clariant SE Ostenrieder Str. 15 D-85368 Moosburg	Dr. Klaus Schurz	0049 (0) 8761 82 322	www.clariant.de
Adsorbens	Bleicherde- mischung	Clearsyl KFM-CMP Top	Oilsystems GmbH	Oilsystems GmbH Esbach 7 D-95326 Kulmbach	Manfred Distler	0049 (0) 9221 607 0071	www.oilsystems.net
Adsorbens	Tonmineral, Bleicherde- mischung	OBEFIL	Öl und BioEnergie GmbH	WALDLAND Öl und BioEnergie GmbH Oberwaltenreith 10 A-3533 Friedersbach	Hannes Blauensteiner	0043 (0) 2826 7443	www.waldland.at
Adsorbens	Silicage/ Hydrogel	Sorbisil R40 Sorbisil R40F	PQ Silicas B.V.	PQ Silicas B.V. Ir. Rocourstaat 28 NL-6245 Eijssden AD	Arnd Oppermann, Jos Martens	0049 (0) 89 12595970 0031 (0) 43 40 99 354	www.pqcorp.com
Adsorbens	Silicage/ Hydrogel	Trisyl Trisyl 300	Grace GmbH & Co. KG	Grace GmbH & Co. KG In der Hollerhecke 1 D-67547 Worms	Massoud Jalalpoor, Kathrin Juch	0049 (0) 6241 403 1581 0049 (0) 6241 403 1382	www.grace.com
Filter- hilfsmittel organisch	Cellulose	Filtracel EFC 250-C Filtracel EFC 450-C	J. Rettenmaier & Söhne GmbH + Co KG	J. Rettenmaier & Söhne GmbH + Co KG 73494 Rosenberg	Achim Higler	0049 (0) 7967 152 213	www.jrs.de
Filter- hilfsmittel mineralisch	Kieselgur	Celatom FW-14 Celatom FW-60	EP Minerals, LLC (U.S.A.)	apj GmbH Friedrich-Ebert-Str. 41 D-47799 Krefeld	Thomas Janson	0049 (0) 2151 652696 0	www.apj-gmbh.com
Filter- hilfsmittel mineralisch	Perlite	Perlite 4258S	Grefco Ltd. (U.S.A.)	apj GmbH Friedrich-Ebert-Str. 41 D-47799 Krefeld	Thomas Janson	0049 (0) 2151 652696 0	www.apj-gmbh.com
Zitronen- säure	Zitronen- säure- anhydrat	Zitronensäure- Feinpulver F 0001	Jungbunzlauer Austria AG	Jungbunzlauer Laden- burg GmbH Dr.-Albert-Reimann- Str. 18 D-68526 Ladenburg	Thomas Fronz	0049 (0) 152 226 10564	www.jungbunzlauer.com

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

Bezugsquellen für Förder- und Dosiertechnik zur Applikation pulverförmiger Stoffe

Firma	Anschrift	Eigenfertigung	Händler	Einzelkomponenten	Komplettsystem	Ansprechpartner	Telefon	Internet
Brabender Technologie GmbH & Co. KG	Kulturstraße 55-73, D-47055 Duisburg	X		X	X	Bernd Hüppmeier	0049 (0) 203 9984-117	www.brabender-technologie.com
ISS Schüttguttechnik GmbH	Essener Straße 3, D-57234 Wilnsdorf	X		X	X	Joachim Otterbach	0049 (0) 2739 8737-13	www.iss-engineering.de
Kniele Baumaschinen GmbH	Gemeindebeunden 6, D-88422 Bad Buchau	X		X	X	Harald Kniele	0049 (0) 7582 9303-11	www.kniele.de
LAB Anlagenbau GmbH	Dorfstraße 59, D-17209 Priborn/Müritz	X		X	X	Arthur Peveling	0049 (0) 39923 71955	www.lab-cargotec.com
OSTRA Stahl- und Anlagenbau GmbH	Mornewegstraße 35, D-64293 Darmstadt	X	X	X	X	Klaus Ostmann	0049 (0) 6151 42839-13	www.ostra-silos.de
Pröll Verfahrenstechnik	Pfarrer-Sträßer-Weg 5 D-85301 Schweitenkirchen		X	X	X	Norbert Pröll	0049 (0) 8444 9273-13	www.proell-verfahrenstechnik.de
Thomas Rieser Industrie-Equipment	Von-Ketteler-Str. 20, D-68794 Oberhausen-Rheinhausen		X	X	X	Thomas Rieser	0049 (0) 7254 953853	www.industrie-equipment.de
Rückert Mühlen- und Anlagentechnik GmbH & Co. KG	Äußere Parkstraße 25, D-84032 Altdorf b. Landshut		X	X	X	Reinhard Rückert	0049 (0) 871 93157-0	www.rueckert-landshut.de
Schenck Process GmbH	Pallaswiesenstraße 100, D-64293 Darmstadt	X		X	X	Bernhard Haider	0043 (0) 7722 62387-36	www.schenckprocess.de
	Laabstraße 72, A-5280 Braunau am Inn							
screw-press GmbH	Alfrased 1, D-84367 Reut/Ndb		X	X	X	Gerhard Rieglsperger	0049 (0) 8574 535	www.oelpresse.de
solids solutions group	Lechwiesenstraße 21, D-86899 Landsberg am Lech	X		X	X	Peter Matus	0049 (0) 8191 3359-0	www.solids.de
Fördertechnik Starick GmbH	Industriestr. 40 d, D-46240 Bottrop	X		X	X	Gottfried Zieschang	0049 (0) 3591 275863	www.starick.de
WALDLAND – Öl und BioEnergie GmbH	Oberwaltenreith 10, A-3533 Friedersbach	X			X	Hannes Blauensteiner	0043 (0) 2826 7443	www.waldland.at
Heribert Waltinger GmbH	Am Lagerhaus 4, D-97464 Oberwerrn	X	X	X	X	Frank Waltinger	0049 (0) 9726 700	www.waltingergmbh.de
Weiss Dosier-technik	Zur Reite 4, D-87538 Fischen	X		X	X	Wolfgang Weiss	0049 (0) 8326 9068	www.weissttechnik.de

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

