

TFZ-KOMPAKT 13

KLIMASCHUTZ
DURCH RAPSÖLKRAFTSTOFF



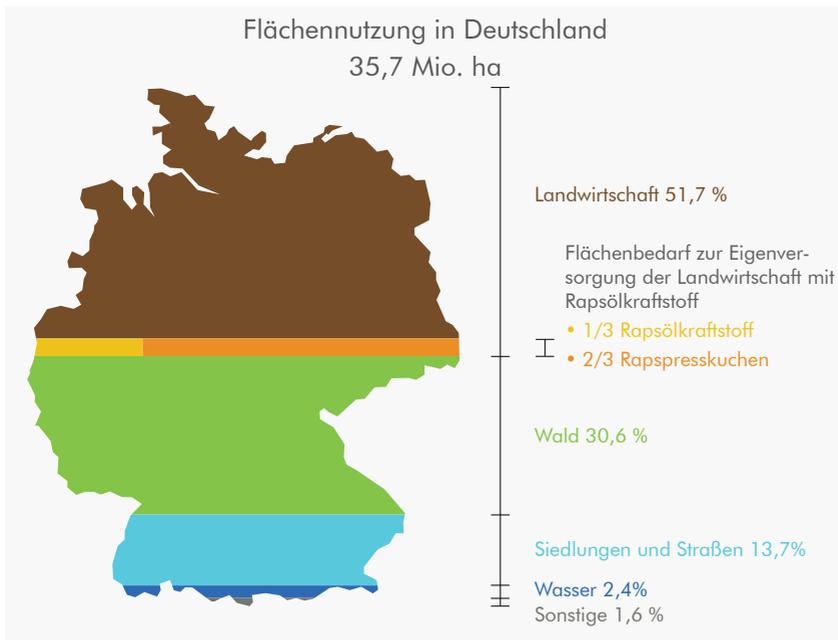
Warum Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft?

Den fortschreitenden Klimawandel zu stoppen, ist nicht zuletzt seit dem „Pariser Abkommen“ der UN-Klimakonferenz 2015 eine der wichtigsten gesellschaftlichen Aufgaben. Die Land- und Forstwirtschaft ist einerseits Mitverursacher des Klimawandels, andererseits auch eine der von der globalen Erwärmung am stärksten betroffenen Branchen (Häufung von Extremwetterereignissen). Deshalb sollte die Land- und Forstwirtschaft alles dafür tun, Treibhausgasemissionen zu reduzieren und so eine Vorbildrolle für andere Branchen übernehmen. Der Kraftstoffverbrauch ist neben der Düngung und Tierhaltung eine der bedeutendsten Quellen für

Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft.

Derzeit wird überwiegend fossiler Dieselkraftstoff für den Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Maschinen eingesetzt. Knapp zwei Milliarden Liter, dies entspricht rund 5 % des bundesweiten Dieserverbrauchs, sind der Land- und Forstwirtschaft zuzurechnen. Die Aufwendungen ohne Steuer für den Kraftstoffeinkauf betragen demnach bei einem zugrunde gelegten Preis von 50 Eurocent pro Liter rund eine Milliarde Euro. Vergleichsweise technisch einfach, kostengünstig und volkswirtschaftlich interessant ist es, importierten fossilen Kraftstoff durch regional produzierten Rapsölkraftstoff zu ersetzen.





Flächenbedarf zur Eigenversorgung der Landwirtschaft mit Rapsölkraftstoff
(Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt, 2014)

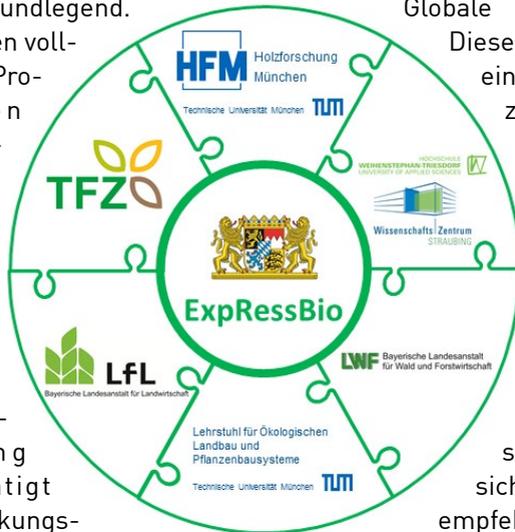
Praktisch ließe sich der gesamte jährliche fossile Kraftstoffbedarf der deutschen Land- und Forstwirtschaft mit dem Ertrag von 1,2 Millionen Hektar Rapsanbaufläche decken. Dies entspricht ca. 6,3 % der gesamten landwirtschaftlichen Fläche von ca. 18,9 Millionen Hektar in Deutschland. Zusätzlich würden auf dieser Fläche 2,8 Millionen Tonnen gentechnikfreies Eiweißfutter regional bereitgestellt, sodass Sojaimporte reduziert werden könnten.

Zunächst stellen sich die Fragen: Wie hoch sind die Treibhausgasemissionen des in dezentralen Ölmühlen erzeugten Rapsölkraftstoffs tatsächlich? Wie wirken sich beim Rapsanbau regionale Boden- und Klimaverhältnisse darauf aus? Welche Optimierungspotenziale bestehen?

ExpResBio-Methoden zur Bilanzierung von Treibhausgasen

Bei der Erstellung von Ökobilanzen ist eine transparente Bewertung der gesamten Umweltwirkungen grundlegend. Dabei müssen vollständige Prozessketten („Lebenszyklen“) sowie Neben- und Abfallprodukte betrachtet werden. Die Ökobilanzierung berücksichtigt diverse Wirkungskategorien. Bei der Bilanzierung land- und forstwirtschaftlicher Rohstoffe sind die Wirkungskategorien Primärenergieaufwand, Globale Erwärmung, Eutrophierung, Versauerung und Partikelemissionen üblich. Im Rahmen des Projekts „ExpResBio“ (gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) entwickelte ein Expertenteam für Bayern eine

harmonisierte Bilanzierungsmethodik mit dem Fokus auf Treibhausgasen (Wirkungskategorie Globale Erwärmung). Diese ermöglicht einen Vergleich zwischen verschiedenen Bioenergieträgern und mit fossilen Energieträgern. Aus der Analyse der Treibhausgasemissionen lassen sich Handlungsempfehlungen für die Produzenten und Verbraucher von Bioenergieträgern sowie für die Entscheidungsträger ableiten. Produktionsprozesse können so hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit optimiert werden. Die „ExpResBio-Methoden“ sind in der Reihe Berichte aus dem TFZ Nummer 45 veröffentlicht und stehen unter www.tfz.bayern.de zum Download zur Verfügung.



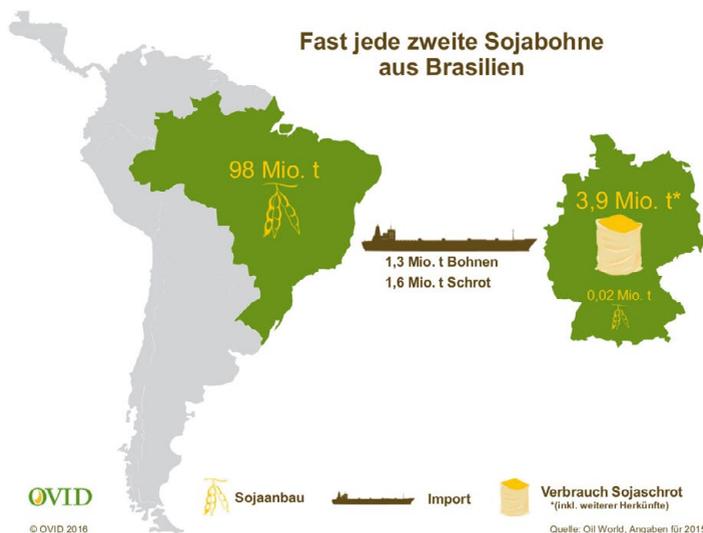
Bewertung von Nebenprodukten

Entstehen beim Herstellungsprozess neben dem Hauptprodukt auch Nebenprodukte, so müssen die Treibhausgasemissionen möglichst realitätsnah auf Haupt- und Nebenprodukte aufgeteilt werden. Entweder kann eine Splittung (Allokation) nach ökonomischen Aspekten (Erlöse), nach Masse oder auch nach Energiegehalt (Heizwert) erfolgen oder es werden Gutschriften für das ersetzte Produkt vergeben (Substitution).

Bei der **Allokationsmethode**, die in der „Erneuerbare-Energien-Richtlinie“ 2009/28/EG (EU-RED) für Biokraftstoffe gefordert wird, werden die Treibhausgasemissionen zwischen dem Hauptprodukt Rapsöl und dem Nebenprodukt

Presskuchen (Eiweißfutter) anteilig nach Energiegehalt und den jeweiligen Produktionsmengen zugeordnet (Energie-Allokation).

Im Vergleich dazu findet bei der **Substitutionsmethode** keine Zuordnung der Treibhausgasemissionen statt. Vielmehr wird angenommen, dass durch den Presskuchen importierter Sojaschrot aus Übersee ersetzt wird. Für das substituierte Sojaschrot wird dem Rapsölkraftstoff eine Emissionsgutschrift angerechnet. Diese Gutschrift kann mit und ohne Berücksichtigung direkter Landnutzungsänderungen (z. B. Rodung von Regenwald) erfolgen. Außerdem können Vorfruchteffekte aus der Rapssaaterzeugung als Gutschrift einfließen.

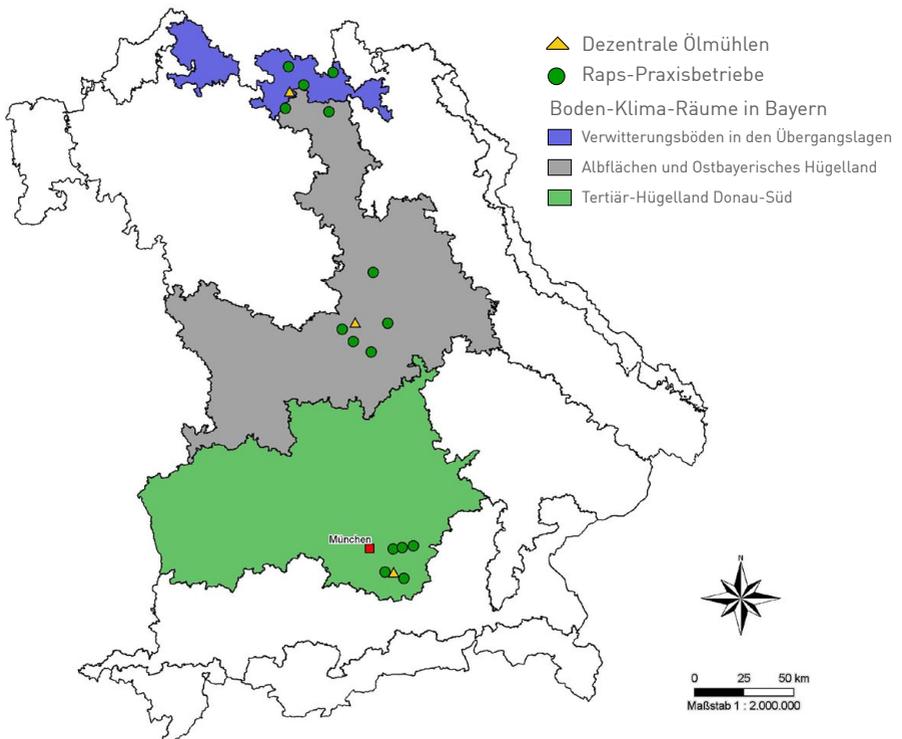


Sojaimport aus Übersee (Quelle: obs/OVID, Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V.)

Treibhausgas-Einsparungen durch Rapsölkraftstoff in der Praxis

Für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Rapsölkraftstoffproduktion in Bayern wurden für die Jahre 2013 bis 2015 regionalspezifische Betriebsdaten dreier dezentraler Ölmühlen, die jeweils von fünf landwirtschaftlichen Betrieben mit Raps beliefert werden, erhoben. Die Betriebe be-

finden sich in den drei Boden-Klima-Räumen: Verwitterungsböden in den Übergangslagen, Albflächen und Ostbayerisches Hügel-land sowie Tertiär-Hügelland Donau-Süd. Die Daten umfassen die gesamte Prozesskette mit Raps-anbau, Transport, Lagerung, Öl-pressung, Filtration etc.



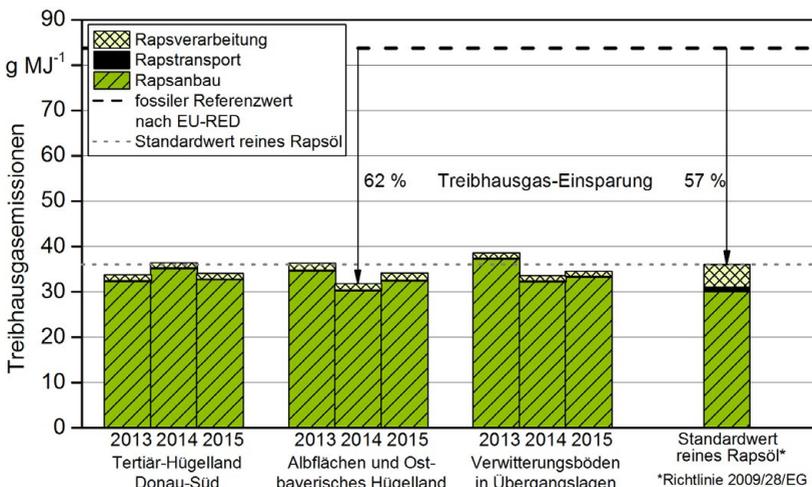
Lage der untersuchten dezentralen Ölmühlen und der liefernden landwirtschaftlichen Betriebe

Die Treibhausgasemissionen von Rapsölkraftstoff entstehen überwiegend beim Rapsanbau. In Abhängigkeit der natürlichen Standortbedingungen (z. B. Ertragspotenzial) und der betrieblichen Produktionsverfahren (z. B. Düngemanagement) können sich die Treibhausgasemissionen von Rapsölkraftstoff regional unterscheiden. Der Transport und die Verarbeitung der Rapssaat in den drei untersuchten bayerischen Ölmühlen variieren hingegen kaum. Aufgrund der kurzen Entfernungen und der energiesparenden Ölgewinnung bei der dezentralen Rapssaatverarbeitung (Kaltpressung ohne Lösungsmittel-

traktion und Raffination) werden im Vergleich zur industriellen Ölgewinnung geringere Mengen an Treibhausgasen verursacht.

Ergebnisse der Energie-Allokation

Werden die Treibhausgasemissionen mit Bewertung der Koppelprodukte durch Energie-Allokation berechnet, weist Rapsölkraftstoff aus Bayern im Mittel ein Einsparpotenzial von 58 % gegenüber fossilem Diesel auf (Mittelwert aus drei Anbaujahren der drei betrachteten Ölmühlen sowie 15 landwirtschaftlichen Betrieben). Dieser Wert ist geringfügig besser als der RED-Standardwert für reines Rapsöl (57 %).



Treibhausgasemissionen von Rapsölkraftstoff aus drei bayerischen Ölmühlen in unterschiedlichen Boden-Klima-Räumen im Vergleich zum RED-Standardwert für reines Rapsöl (Energie-Allokationsmethode)



Die höchste Treibhausgas-Einsparung gegenüber fossilem Dieselkraftstoff wurde mit 62 % beim Rapsanbau im Boden-Klima-Raum „Albflächen und Ostbayerisches Hügelland“ mit Rapsverarbeitung in der dortigen dezentralen Ölmühle im Jahr 2014 erzielt (siehe Abbildung Seite 7).

Im Vergleich der Ölgewinnungsverfahren liegen die Treibhausgasemissionen der dezentralen Rapsverarbeitung bei etwa 1 g pro MJ, bei der industriellen Verarbeitung bei 5 g pro MJ (RED-Teilstandardwert). Somit sind die Treibhausgasemissionen der dezentralen Rapssaatverarbeitung um 80 % geringer als bei der industriellen Verarbeitung.

Ergebnisse der Substitution

Bei der Substitutionsmethode wird das Nebenprodukt Rapspresskuchen nach dessen tatsächlicher Verwendung als hochwertiges Eiweißfutter in der tierischen Erzeugung bewertet. Das dabei substituierte Produkt ist Sojaschrot.

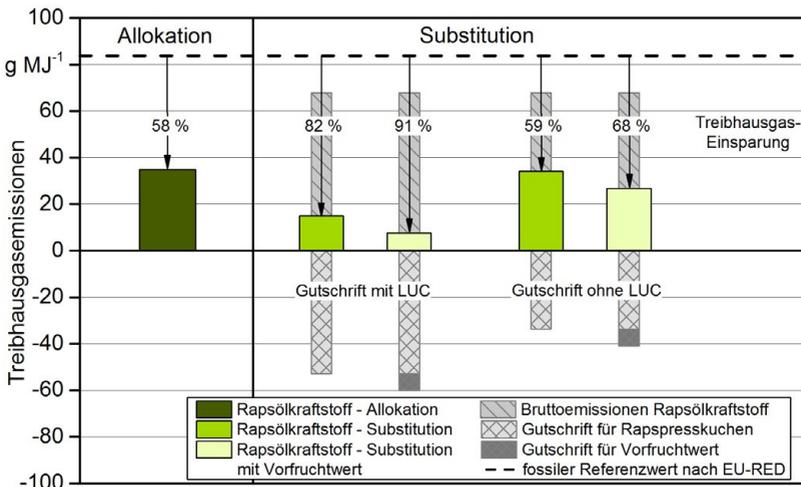


Bayerische
Eiweißinitiative

Die Nutzung heimischer Eiweißfuttersmittel wird unter anderem in der „Bayerischen Eiweißinitiative“ des Bayerischen Landwirtschaftsministeriums forciert.

Zudem hat der Rapsanbau einen positiven Einfluss auf den Ertrag der nachfolgenden Kultur (Vorfruchtwert), wofür weitere Gutschriften vergeben werden können.

Rapsölkraftstoff aus Bayern spart nach dieser Berechnungsmethode, ohne Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen beim Sojaanbau und ohne Berücksichtigung des Vorfruchtwerts, 59 % Treibhausgase ein (siehe Abbildung unten).



Treibhausgas-Einsparung von Rapsölkraftstoff aus Bayern nach der Allokations- und Substitutionsmethode (ohne und mit Landnutzungsänderungen; LUC = land use change)

Bei Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen beim Anbau von Soja, steigt die Treibhausgas-Einsparung auf 82 % (Annahme: 8,4 % des Sojas¹ stammt von Flächen mit Landnutzungsänderung, z. B. durch Regenwaldrodung und Umbruch von Buschland). Werden zusätzlich Treibhausgasemissionen in Höhe von 7,3 g pro MJ als Vorfruchtwert² dem Rapsölkraftstoff gutgeschrieben, liegt die Treibhausgas-Einsparung bei 91 % gegenüber fossilem Dieselloskraftstoff. Bisher ist diese Berechnungsmethode mit Vergabe von Gutschriften für die Quotenanrechnung nach den Vorgaben der Richtlinie 2009/28/EG nicht zugelassen. Für politische Entscheidungsprozesse hingegen sind auch die Ergebnisse der Substitutionsmethode heranzuziehen.

1 Sutter, J. (2007): Soybean. In: Jungbluth, N. (Hrsg.) Life Cycle Inventories of Bioenergy. Ecoinvent Report No. 17. Dübendorf: Swiss Centre for Life Cycle Inventories, S. 125–140.

2 Kage, H.; Pahlmann, I. (2013): Potenziale zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rapsanbau. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.): Gülzower Fachgespräche, Band 45, S. 235–259.



Bild: Günterhaus - Fotolia

Stellschrauben für einen klimaschonenden Rapsanbau

Etwa 95 % der Treibhausgase von Rapsölkraftstoff werden bereits beim Rapsanbau emittiert. Knapp 90 % davon entstehen dabei in Zusammenhang mit der Rapsdüngung. Insbesondere der hohe Stickstoffbedarf von Raps und die daraus resultierenden Emissionen von Lachgas³ aus landwirtschaftlich genutzten Böden belasten die Treibhausgasbilanz stark.

Zur Verbesserung der Treibhausgasbilanz von Rapsölkraftstoff ist die Erhöhung der Stickstoffeffizienz im Rapsanbau eine wesentliche Stellschraube. Dabei müssen auch pflanzenbauliche Aspekte und methodische Besonderheiten bei der Bilanzierung der eingesetzten Stickstoffdünger beachtet werden.

Düngerherstellung

Organische Stickstoffdünger aus der Tierhaltung oder Biogasproduktion gelten oft als „Reststoffe“ und bekommen keinen sogenannten Treibhausgas-Rucksack zugewiesen. Mineralische Stickstoffdünger werden extra für den Zweck der Düngung produziert und haben aufgrund ihres energieaufwändigen Herstellungsprozesses (Haber-Bosch-Verfahren) zum Teil sehr große Treibhausgas-Rucksäcke. Nitrathaltige Mineraldünger verlassen das Werk mit dem größten Treibhausgas-Rucksack, gefolgt von Harnstoff- und Ammoniumdüngern (siehe Tabelle).

Stickstoffformen	Treibhausgas-Rucksack der Herstellung	Wirkungsgeschwindigkeit des Stickstoffs
Nitrat	sehr groß	sehr schnell
Ammonium	groß	schnell
Harnstoff	groß	langsam
Wirtschaftsdünger	ohne	sehr langsam

3 Lachgas hat ein rund 300-mal höheres Treibhausgaspotenzial als Kohlendioxid.



Bild: Lorenz Heigl/LfL

Bodennahe Ausbringung von Wirtschaftsdünger

Düngerwirkung

Im Vergleich zu Mineraldüngern ist die Stickstoffeffizienz organischer Dünger, wie z. B. Gülle oder Gärrest, geringer, da organisch gebundener Stickstoff erst mikrobiell aufgeschlossen werden muss und bei der Ausbringung gasförmige Stickstoffverluste in Form von Ammoniak auftreten. Doch auch mineralische Stickstoffdünger unterscheiden sich durch die enthaltenen mineralischen Stickstoffformen in ihrer Wirkungsgeschwindigkeit (siehe Tabelle Seite 11). Nitrathaltige Mineraldünger (z. B. Kalkammonsalpeter) sind vergleichsweise schnell, ammoniumhaltige Mineraldünger (z. B. Ammoniumsulfat) dagegen langsamer für die Pflanzen wirksam. Harnstoff kann erst durch Umsetzungsvorgänge im Boden von der Pflanzenwurzel aufgenommen werden, die zugleich zu gasförmigen Stickstoffverlusten führen können. Bis auf wenige Ausnahmen (Harnstoff, Ammonium-

sulfat) sind die in der landwirtschaftlichen Praxis eingesetzten Stickstoffdünger Mischungen der genannten Stickstoffformen.

Grundsätzlich muss für eine effiziente Stickstoffdüngung gelten:

- ▶ standortangepasst (Berücksichtigung des natürlichen Ertragspotenzials: Klima und Boden),
- ▶ bedarfsgerecht (Berücksichtigung des Stickstoffversorgungszustands von Boden und Pflanzenbestand),
- ▶ verlustarm (Berücksichtigung der Witterung und Einsatz bodennaher Ausbringungstechnik, siehe Bild).

Darüber hinaus ist der Einsatz von Nitrifikationshemmern bei organischen Stickstoffdüngern bzw. die Verwendung stabilisierter Mineraldünger zu empfehlen.

Handlungsempfehlungen

Stellschrauben für eine klimafreundliche, optimierte Produktion von Rapsölkraftstoff:

- ▶ dem Standort und Betriebstyp angepasstes Düngemanagement (Reduzierung von Treibhausgasen und Kosten),
- ▶ bedarfsgerechte, dem Pflanzenwachstum angepasste Stickstoffdüngung,
- ▶ Vermeidung von Bodenverdichtung und -vernässung,
- ▶ verlustarme Ausbringung der organischen Dünger,
- ▶ kurze Transportwege und dezentrale Verarbeitung,
- ▶ möglichst hohe Auslastung der Ölmühlen sowie von Maschinen und Geräten,
- ▶ optimaler Erntezeitpunkt, der energieaufwändige Trocknungsprozesse verringert (7 % Wassergehalt der Rapssaat optimal für die dezentrale Verarbeitung),
- ▶ höhere Ölausbeute durch Steigerung des Ölgehalts in der Rapssaat (Sortenwahl) sowie durch Erhöhung des Abpressgrads,
- ▶ Nutzung erneuerbarer Energien zur Bereitstellung von Strom für die Pressung z. B.

durch ein Pflanzenöl-BHKW mit möglichst umfangreicher Wärmenutzung.

Vorteile der Verwendung von regional erzeugtem Rapsölkraftstoff in Landmaschinen:

- ▶ Beitrag zum Klimaschutz durch Einsparung von Treibhausgasen (bis zu 91 % gegenüber fossilem Dieselloskraftstoff),
- ▶ Erhöhung der Wertschöpfung durch eine innerbetriebliche Verarbeitung von Rapssaat,
- ▶ Ressourcenschonung,
- ▶ Unabhängigkeit von Mineralölimporten,
- ▶ Boden- und Gewässerschutz,
- ▶ Steigerung der regionalen Wertschöpfung,
- ▶ Sicherung der Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln sowie Kraftstoffen.

Rapsölkraftstoff ist die bevorzugte Antriebsenergie in der Land- und Forstwirtschaft.

Literatur:

- [1] Remmele, E. (2009): Handbuch. Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen, 2., neu bearb. und erw. Aufl., Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 88 Seiten
- [2] Wolf, C.; Dressler, D.; Engelmann, K. et al. (2016): ExpResBio – Methoden. Berichte aus dem TFZ Nr. 45. Straubing: Technologie- und Förderzentrum, 166 Seiten
- [3] Dressler, D.; Engelmann, K. et al. (2016): Rapsölkraftstoffproduktion in Bayern – Analyse und Bewertung ökologischer und ökonomischer Wirkungen nach der ExpResBio-Methode. Berichte aus dem TFZ Nr. 50. Straubing: Technologie- und Förderzentrum (in Vorbereitung)

Hinweis



Der ausführliche Forschungsbericht und eine Kurzzusammenfassung in der Reihe TFZ Wissen werden unter www.tfz.bayern.de zur Verfügung gestellt.

Die auf Seite 4 vorgestellten ExpResBio-Methoden sind in der Reihe Berichte aus dem TFZ, Nr. 45, veröffentlicht.

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, für die Finanzierung der Untersuchungen sowie dem gesamten Expertenteam für die Unterstützung.



Impressum:

Autoren:

Karsten Engelmann

Daniela Dressler

Rita Haas

Edgar Remmele

Klaus Thuneke

Hrsg.:

Technologie- und Förderzentrum (TFZ)

Leiter: Dr. Bernhard Widmann

Schulgasse 18

94315 Straubing

Gestaltung:

Rita Haas

Daniela Dressler

Uli Eidenschink

Fotos und Grafiken:

Soweit nicht anders gekennzeichnet: TFZ

Erscheinungsjahr: 2016

Erscheinungsort: Straubing

Verlag: Eigenverlag

Technologie- und Förderzentrum

© Alle Rechte vorbehalten



Auf unserer Webseite finden Sie viele weitere
interessante Informationen.

www.tfz.bayern.de