

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 (Häu-

fung 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.

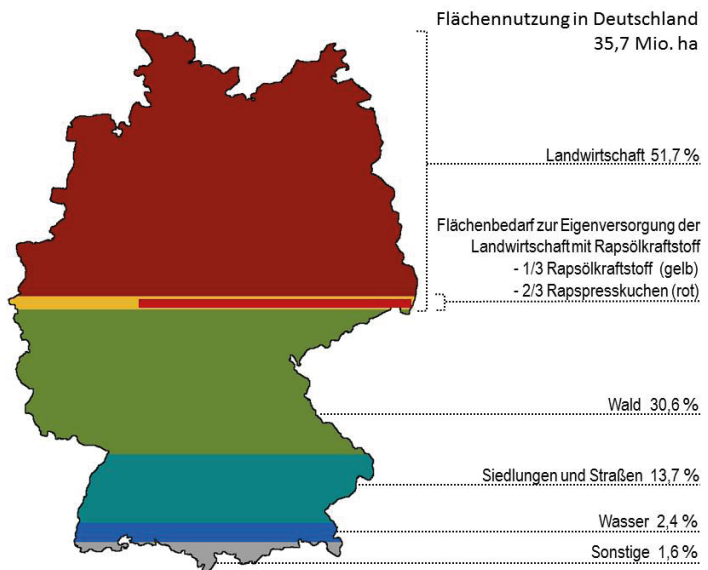


Abbildung 1: Flächenbedarf zur Eigenversorgung der Landwirtschaft mit Rapsölkraftstoff (Statistisches Bundesamt, 2014)

Derzeit wird überwiegend fossiler Dieselkraftstoff für den Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Maschinen eingesetzt. Knapp 2 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 Euro-cent pro Liter rund eine Milliarde Euro. Vergleichsweise technisch einfach, kostengünstig und volkswirtschaftlich interessant ist es, importierten fossilen Kraftstoff

durch regional produzierten Rapsölkraftstoff zu ersetzen.

Praktisch ließe sich der gesamte jährliche fossile Kraftstoffbedarf der deutschen Landwirtschaft 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.

Treibhausgasemissionen der Rapsölkraftstoffproduktion

Zunächst stellt sich die Frage, wie hoch die Treibhausgasemissionen in dezentralen Ölmühlen erzeugten Rapsölkraftstoffs tatsächlich sind? Wie wirken sich beim Rapsanbau regionale Boden- und Klimaverhältnisse aus? Welche Optimierungspotenziale bestehen?

Für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Rapsölkraftstoffproduktion in Bayern wurden 2013–2015 regionalspezifische Betriebsdaten drei dezentraler Ölmühlen, die von jeweils fünf landwirtschaftlichen Betrieben mit Raps beliefert werden, erhoben. Die Betriebe verteilen sich auf die drei Boden-Klima-Räume Tertiär-Hügelland Donau-Süd, Albflächen und Ostbayerisches Hügelland sowie Verwitterungsböden in den Übergangslagen. Die Daten umfassen die gesamte Prozesskette mit Rapsanbau, Transport, Lagerung, Ölpressung, Filtration etc.

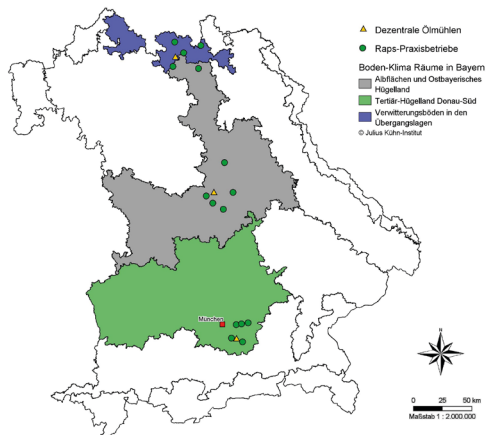


Abbildung 2: Lage der untersuchten dezentralen Ölmühlen und der liefernden landwirtschaftlichen Betriebe

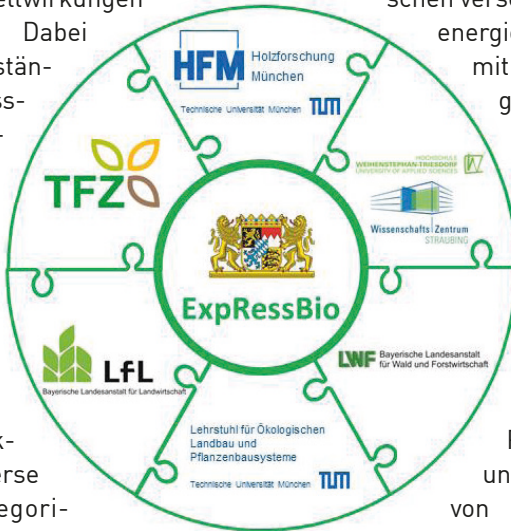


Abbildung 3: Dezentrale Ölmühle Juraps GmbH in Mühlhausen

ExpResBio-Methoden zur Bilanzierung von Treibhausgasen

Bei der Erstellung von Ökobilanzen ist eine nachvollziehbare und 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), die einen Vergleich zwischen verschiedenen Bioenergeträgern bzw. mit fossilen Energieträgern ermöglicht. Aus der Analyse der Treibhausgasemissionen lassen sich Handlungsempfehlungen für die Produzenten und Verbraucher von Bioenergeträgern sowie für die Entscheidungsträger ableiten. Prozesse können für eine nachhaltige Produktion 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.



TFZ-Bericht 45

Umgang mit 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.

Bei der in der Richtlinie 2009/28/EG „Erneuerbare-Energien-Richtlinie“ (EU-RED) für Biokraftstoffe geforderten **Allokationsmethode** werden die Treibhausgasemissionen zwischen dem Hauptprodukt

(Energie-Allokation) zugeordnet. Rapsöl hat einen Heizwert von 37,5 MJ pro kg und Rapspresskuchen von 20,7 MJ pro kg. Folglich werden 65 % der Treibhausgasemissionen dem Rapsöl zugeordnet.

Im Vergleich dazu findet bei der **Substitutionsmethode** keine Zuordnung der Treibhausgasemis-



Bei der Produktion von Rapsölkraftstoff entsteht ein wertvolles Eiweißfutter - der Rapspresskuchen (links). Damit lässt sich Sojaschrot aus Übersee ersetzen.

sionen statt. Vielmehr wird durch den Presskuchen importierter Sojaschrot aus Übersee ersetzt, wofür eine Gutschrift angerechnet wird. Diese Gutschrift kann mit und ohne Berücksichtigung direkter Landnutzungsänderungen (z. B. Rodung von Regenwald) erfolgen. Außerdem können Vorfruchteffekte als Gutschrift einfließen.



Rapsöl und dem Nebenprodukt Presskuchen (Eiweißfutter) anteilig nach Energiegehalt (Ener-

Treibhausgaseinsparungen durch Rapsölkraftstoff in der Praxis

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

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

Ergebnisse der Energie-Allokation

Wurden 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



Abbildung 5: Treibhausgasemissionen von Rapsölkraftstoff aus drei bayerischen Ölmühlen im Vergleich zum RED-Standardwert für reines Rapsöl (Energie-Allokationsmethode)

landwirtschaftlichen Betrieben). Dieser Wert ist geringfügig besser als der RED-Standardwert reinen Rapsöls (57 %).

Die höchste Treibhausgaseinsparung 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 5).

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 Substitutionsmethode

Bei der Substitutionsmethode wird das Nebenprodukt Rapspresskuchen nach dessen tatsächlicher Verwendung als hochwertiges Eiweißfutter in der tierischen Erzeugung bewertet. Die Nutzung heimischer Eiweißfuttermittel wird unter anderem in der „Bayerischen Eiweißinitiative“ des Bayerischen Landwirtschaftsministeriums forciert. Zudem hat der Rapsanbau positiven Einfluss auf den Ertrag der nachfolgenden

Kultur (Vorfurchtwert), wofür weitere Gutschriften vergeben werden können.

Rapsölkraftstoff aus Bayern spart nach dieser Berechnungsmethode – ohne Berücksichtigung von Landnutzungsänderung beim Sojaanbau und ohne Berücksichtigung des Vorfurchtwerts – 68 % Treibhausgase ein (siehe Abbildung 6).



Deckblatt Flyer LFL



Abbildung 6: Treibhausgaseinsparung von Rapsölkraftstoff aus Bayern nach der Allokations- und Substitutionsmethode (ohne und mit Landnutzungsänderungen; LUC = land use change)

Allerdings findet der Sojaanbau in Südamerika häufig auf ehemaligen Regenwald- bzw. Buschlandflächen statt. Bei Berücksichtigung dieser Landnutzungsänderungen steigt die Treibhausgaseinsparung auf 82 %, sofern 8,4 % des Sojas³ von Flächen mit Landnutzungsänderung stammen. Wird zusätzlich der Vorfruchtwert⁴ in Höhe von 7,3 g pro MJ Rapsölkraftstoff gutgeschrieben, liegt die Treibhausgaseinsparung bei 91 % gegenüber fossilem Dieselmotorkraftstoff. Bisher ist jedoch diese Berechnungsmethode mit Vergabe von Gutschriften bei der Ausweisung der Treibhausgasemissionen für die Quotenanrechnung nach den Vorgaben der Richtlinie 2009/28/EG nicht zugelassen.

BILD?

3 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.

4 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.

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. Hierzu müssen allerdings 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 CO₂-Rucksack zugewiesen (Treibhausgase werden zur besseren Vergleichbarkeit in CO₂-Äquivalente umgerechnet). Mineralische Stickstoffdünger werden extra für den Zweck der Düngung produziert und haben aufgrund ihres energieaufwändigen Herstellungsprozesses (Haber-Bosch-Verfahren) zum Teil sehr große CO₂-Rucksäcke. Nitrat-haltige Mineraldünger verlassen das Werk mit dem größten CO₂-Rucksack, gefolgt von Harnstoff- und Ammoniumdüngern (siehe Abbildung 7).

3 Lachgas hat ein rund 300 Mal höheres Treibhauspotenzial als Kohlendioxid.

Abbildung 7: Unterschiedliche CO₂-Rucksäcke ab Werk und Wirkungsgeschwindigkeiten verschiedener Stickstoffformen

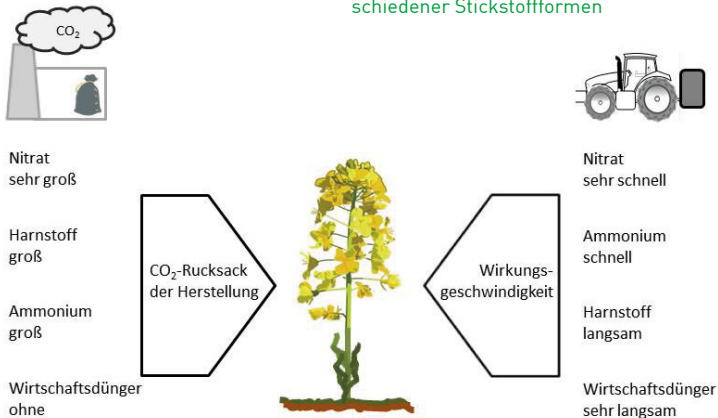




Abbildung 8: Wirtschaftsdüngung (Quelle: LfL)

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. 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, Ammoniumsulfat) sind die in der landwirtschaftlichen Praxis ein-

gesetzten 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 **Abbildung 8**).

(falls nur ein Bild evtl. nicht John Deere)

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 sind

- ▶ ein dem Standort und Betriebstyp angepasstes Düngemanagement (Reduzierung von Treibhausgasen und Kosten),
- ▶ dabei 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 verringert energieaufwändige Trocknungsprozesse (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.

Rapsölkraftstoff gehört zur Land- und Forstwirtschaft

Die Verwendung regional erzeugten Rapsölkraftstoffs in Landmaschinen bietet viele Vorteile. Die Land- und Forstwirtschaft

- ▶ leistet so einen beträchtlichen Beitrag zum Klimaschutz durch Einsparung der Treibhausgase (bis zu 91 % gegenüber fossilem Dieselmotorkraftstoff),
- ▶ erhöht durch eine innerbetriebliche Verarbeitung von Rapssaat häufig die Wertschöpfung,
- ▶ schont Ressourcen und schafft mehr Unabhängigkeit von Mineralölimporten,
- ▶ betreibt aktiven Boden- und Gewässerschutz,
- ▶ schafft Arbeitsplätze, steigert die regionale Wertschöpfung und sichert die 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 stehen unter www.tfz.bayern.de zum Download zur Verfügung.

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

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



TFZ

Achtung Logo!!!!



Auf unserer Web-
seite finden Sie
viele weitere inte-
ressante Informa-

www.tfz.bayern.de