

# Klimaschutz durch bayerischen Rapsölkraftstoff

Vorteile bei dezentraler Herstellung, Optimierungspotenzial beim Rapsanbau

von DR. DANIELA DRESSLER, KARSTEN ENGELMANN, RITA HAAS und DR. EDGAR REMMELE: **Den fortschreitenden Klimawandel zu stoppen ist zuletzt bei der UN-Klimakonferenz 2015 in Paris bekräftigt worden. Mit dem daraus folgenden Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung wurden die nationalen Treibhausgas-Minderungsquoten bis 2030 auf einzelne Sektoren heruntergebrochen. Im Bereich Landwirtschaft liegen diese bei 31 bis 34 Prozent zum Bezugsjahr 1990. Bayerischer Rapsölkraftstoff als Antriebsenergie für land- und forstwirtschaftliche Maschinen kann bis zu 91 Prozent Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Einsatz von fossilem Dieselmotorkraftstoff einsparen. Dieses Potenzial gilt es zu nutzen.**

Klima- und Ressourcenschutz zählen zu den wichtigsten gesellschaftlichen Aufgaben im 21. Jahrhundert. Dies zeigen nicht zuletzt das Klimaschutzabkommen von Paris aus dem Jahr 2015 sowie der daraus resultierende Klimaschutzplan 2050 der deutschen Bundesregierung [1]. Demnach müssen im Bereich der Landwirtschaft bis zum Jahr 2030 bei den Treibhausgasen 31 bis 34 Prozent eingespart werden. Eine Möglichkeit der Treibhausgas-Minderung in der Land- und Forstwirtschaft ist die Nutzung von Rapsöl statt fossilem Diesel als Antriebsenergie. In der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie (Richtlinie 2009/28/EG EU-RED) sind Standardwerte zur Treibhausgas-Minderung verschiedener Biokraftstoffe, wie z. B. von reinem Rapsöl veröffentlicht. Allerdings wurde bei der Herleitung dieser Standardwerte von durchschnittlichen Produktionsbedingungen in Europa ausgegangen. Unterschiede beim Rapsanbau und bei Verarbeitungsverfahren bleiben unberücksichtigt. Offene Fragen zum tatsächlichen Treibhausgas-Minderungspotenzial von bayerischem Rapsölkraftstoff, die Ableitung praktisch umsetzbarer Treibhausgas-Minderungsstrategien sowie die Beratung zur treibhausgasminimierten Produktion auf Betriebsebene erfordern jedoch regionalspezifische Daten sowie die Berücksichtigung der konkreten Produktionsbedingungen. Grundlage für die Umsetzung von praxisnahen Treibhausgas-Minderungsstrategien ist somit die spezifische Analyse der Treibhausgasemissionen der Rapsverarbeitung und dezentralen Rapsölkraftstoffproduktion unter bayerischen Bedingungen.

## Methodisches Hintergrundwissen

Die Analyse und Bewertung der Treibhausgasemissionen basieren auf den ExpResBio-Methoden (siehe Infobox 1) [9]. Damit lassen sich harmonisierte und transparente Bilanzergebnisse für die land- und forstwirtschaftliche Produktion berechnen, darstellen und untereinander sowie mit fossi-



Bild 1: Bayerischer Rapsölkraftstoff ist eine umweltschonende Alternative zum fossilen Dieselmotorkraftstoff. (Foto: Ulrich Eidenschink, TFZ)

len Energieträgern vergleichen. Weiterhin lassen sich aus der Analyse der Treibhausgasemissionen und der ökonomischen Bewertung Handlungsempfehlungen zur Optimierung der Produktionsprozesse ableiten.

Neben den Festlegungen zum Untersuchungssystem ist die Berücksichtigung von Standort- und Bewirtschaftungseinflüssen (z. B. Boden, Klima, Fruchtfolge) ein weiterer wichtiger Aspekt der ExpResBio-Methoden. Aus diesem Grund wurden für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Rapsölkraftstoffproduktion in Bayern für die Jahre 2013 bis 2015 regionalspezifische Betriebsdaten dreier dezentraler Ölmühlen, die jeweils von fünf landwirtschaftlichen Betrieben mit Raps beliefert werden, erhoben und ausgewertet. Die Betriebe befinden sich in drei verschiedenen Boden-Klima-Räumen.

## Treibhausgasbilanz der Rapsölkraftstoffproduktion

Werden die Treibhausgasemissionen mit Bewertung der Koppelprodukte durch Energie-Allokation (siehe Infobox 2)

**Infobox 1: „ExpResBio“**

Die Expertengruppe Ressourcenmanagement Bioenergie in Bayern „ExpResBio“ wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert. Das Expertenteam bündelt Kompetenzen aus den Bereichen land- und forstwirtschaftliche Produktion, Treibhausgas- und Ökobilanzierung sowie Technologie und Ökonomie nachwachsender Rohstoffe. Projektpartner waren: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf – Wissenschaftszentrum Straubing, Technische Universität München – Holzforschung München sowie Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe. Mehr Informationen unter [www.tfz.bayern.de/expressbio](http://www.tfz.bayern.de/expressbio)



Die Allokationsmethode ist in der Anwendung unkomplizierter und leichter nachvollziehbar als die Substitutionsmethode. Daher ist sie auch als Standardmethode für die Nachweisführung in der EU-RED verpflichtend. Allerdings bildet die Allokationsmethode die Realität, z. B. wenn in der Biokraftstoffproduktion wertvolle Eiweißfuttermittel als Koppelprodukte entstehen, nur unzureichend ab. Für politische Entscheidungsprozesse hingegen sind daher nach EU-RED auch ausdrücklich die Ergebnisse der Substitutionsmethode heranzuziehen.

Die Allokationsmethode ist in der Anwendung unkomplizierter und leichter nachvollziehbar als die Substitutionsmethode. Daher ist sie auch als Standardmethode für die Nachweisführung in der EU-RED verpflichtend. Allerdings bildet die Allokationsmethode die Realität, z. B. wenn in der Biokraftstoffproduktion wertvolle Eiweißfuttermittel als Koppelprodukte entstehen, nur unzureichend ab. Für politische Entscheidungsprozesse hingegen sind daher nach EU-RED auch ausdrücklich die Ergebnisse der Substitutionsmethode heranzuziehen.

berechnet, weist Rapsölkraftstoff aus Bayern ein Einsparpotenzial von 58 Prozent gegenüber Dieselkraftstoff 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 aus industriellen Anlagen (57 Prozent) [5]. Der Hauptanteil der Emissionen stammt aus dem Rapsanbau und hier insbesondere aus der Düngung und den N<sub>2</sub>O-Feldemissionen. Bei der dezentralen Ölgewinnung werden aufgrund der kurzen Entfernungen und energiesparenden Rapsverarbeitung (Kaltpressung ohne Lösungsmittelextraktion und Raffination) im Vergleich zur industriellen Ölgewinnung geringere Mengen an Treibhausgasen verursacht. Die dezentrale Rapsverarbeitung verursacht etwa ein Gramm (g) pro Megajoule (MJ), die industrielle Verarbeitung 5 g pro MJ (RED-Teilstandardwert) (siehe Abbildung 1).

Bei Anwendung der Substitutionsmethode hingegen, ohne Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen und der Vorfruchteffekte errechnet sich für Rapsölkraftstoff aus Bayern in einem ersten Schritt eine Treibhausgas einsparung von 59 Prozent (siehe Abbildung 2).

Bei Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen beim Anbau von Soja, steigt die Treibhausgas-Einsparung auf 82 Prozent (Annahme: nach Studien von [8] (Sutter, 2007) stammen 8,4 Prozent des Sojas von Flächen mit Landnutzungsänderung, davon etwa zwei Drittel Umbruch von Buschland und ein Drittel Regenwaldrodung). Werden zusätzlich Treibhausgasemissionen in Höhe von 7,3 g pro MJ als Vorfruchtwert (Kage, Pahlmann, 2013) [6] dem Rapsölkraftstoff gutgeschrieben, liegt die THG-Einsparung bei 91 Prozent gegenüber fossilem Dieselkraftstoff.

Die Allokationsmethode ist in der Anwendung unkomplizierter und leichter nachvollziehbar als die Substitutionsmethode. Daher ist sie auch als Standardmethode für die Nachweisführung in der EU-RED verpflichtend. Allerdings bildet die Allokationsmethode die Realität, z. B. wenn in der Biokraftstoffproduktion wertvolle Eiweißfuttermittel als Koppelprodukte entstehen, nur unzureichend ab. Für politische Entscheidungsprozesse hingegen sind daher nach EU-RED auch ausdrücklich die Ergebnisse der Substitutionsmethode heranzuziehen.

**Stellschrauben für einen klimaschonenden Rapsanbau**

Etwa 95 Prozent der Treibhausgase von Rapsölkraftstoff werden bereits beim Rapsanbau emittiert. Knapp 90 Prozent davon entstehen dabei in Zusammenhang mit der

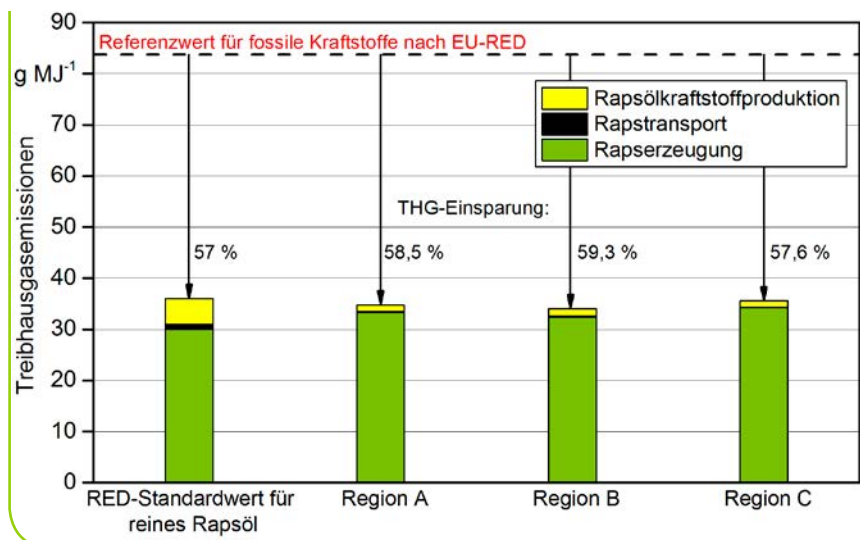


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen von Rapsölkraftstoff aus drei bayerischen Ölmühlen in unterschiedlichen Boden-Klima-Räumen im Vergleich zum RED-Standardwert für reines Rapsöl (Energie-Allokationsmethode)

### Infobox 2: Bewertung des Koppelprodukts Rapspresskuchen

Falls bei einem Produktionsprozess zwei oder mehrere Produkte entstehen, müssen die Treibhausgasemissionen nach einer bestimmten Methode diesen Produkten zugeordnet werden:

- Bei der **Allokationsmethode** [3], die in der „Erneuerbare-Energien-Richtlinie“ 2009/28/EG (EU-RED) [5] für Biokraftstoffe festgelegt ist, werden die Treibhausgasemissionen zwischen dem Hauptprodukt Rapsöl und dem Nebenprodukt Rapspresskuchen (Eiweißfutter) anteilig nach Energiegehalt und den jeweiligen Produktionsmengen zugeordnet (Energie-Allokation).
- Bei der **Substitutionsmethode** [2][3] wird angenommen, dass durch den Presskuchen importiertes Sojaschrot aus Übersee ersetzt wird. Für das substituierte Sojaschrot wird dem Rapsölkraftstoff eine Emissionsgutschrift angerechnet, die mit oder ohne Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen (z. B. Regenwaldrodung) erfolgen kann. Weiterhin können auch Vorfruchteffekte aus der Rapssaaterzeugung als Gutschrift einfließen.

Rapsdüngung. Die Ergebnisse der Rapszerzeugung zeigen dabei starke einzelbetriebliche und geringere regionale Unterschiede in der Treibhausgasbilanz. Bezogen auf den dreijährigen Mittelwert (2013 bis 2015) variieren die einzelbetrieblichen Treibhausgasemissionen zwischen 25,2 und 43,6 g pro MJ. Dies entspricht einer Abweichung von 18,4 g pro MJ (siehe Abbildung 3).

Ursachen hierfür sind die betrieblichen Produktionsverfahren (z. B. Düngemanagement) einerseits und die natürlichen Standortbedingungen (z. B. Ertragspotenzial) andererseits. Als wesentliche Stellschrauben der Treibhausgasbilanz der Rapszerzeugung erweisen sich die N<sub>2</sub>O-Feldemissionen sowie die Art der ausgebrachten Mineraldünger. Die Höhe der Gesamtemissionen ist maßgeblich auf den Emissionsfaktor für die Bereitstellung der jeweiligen Stickstoffart zurückzuführen. Während der Emissionsfaktor für die Bereitstellung von Wirtschaftsdünger allgemein mit null angenommen wird und damit am niedrigsten ist, haben NPK-Volldünger oder Nitratdünger die höchsten Emissionsfaktoren. Empfehlungen für ein möglichst treibhausgasarmes Düngemanagement können allerdings nur unter Berücksichtigung der regionalspezifischen Gegebenheiten (z. B. Boden, hohe Verfügbarkeit von Wirtschaftsdüngern) erfolgen.

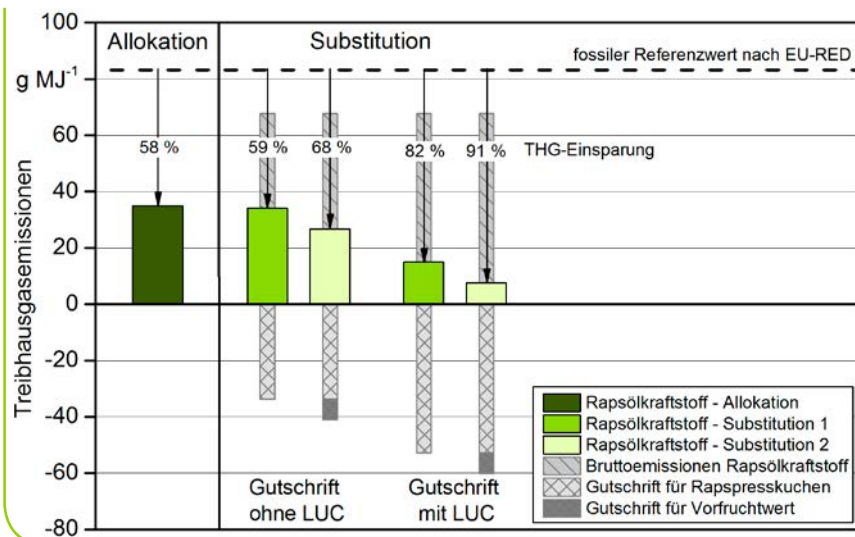


Abbildung 2: Treibhausgaseinsparung von Rapsölkraftstoff aus Bayern nach der Allokations- und Substitutionsmethode (ohne und mit Landnutzungsänderungen; LUC = land use change)

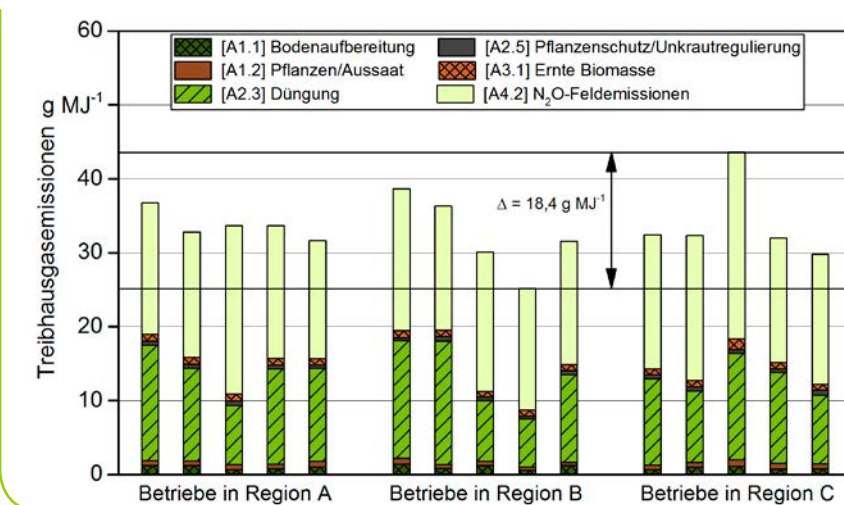


Abbildung 3: Regionale Treibhausgasemissionen der Rapszerzeugung in unterschiedlichen Boden-Klima-Räumen (Mittelwerte von drei Jahren)

Grundsätzlich sollte eine effiziente Stickstoffdüngung

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

### Fazit

Die Verwendung von regional erzeugtem Rapsölkraftstoff in Landmaschinen trägt zum Klimaschutz durch Einsparung von Treibhausgasen (bis zu 91 Prozent gegenüber fossilem Dieselmotorkraftstoff) bei. Die regionale Wertschöpfung lässt sich durch eine dezentrale Verarbeitung von Rapsaat deutlich erhöhen. Der derzeit überwiegend fossile Dieselmotorkraftstoff (deutschlandweit ca. 1,6 Mio. Tonnen jährlich) könnte zeitnah, technisch einfach, kostengünstig und volkswirtschaftlich vorteilhaft durch regional produzierten Rapsölkraftstoff ersetzt werden. Das theoretische Einsparungspotenzial für den Einsatz von Rapsölkraftstoff in der Land- und Forstwirtschaft beträgt 5,2 Mio. Tonnen an Treibhausgasen.

### Infobox 3: Weiterführende Informationen

Der ausführliche Forschungsbericht „Rapsölkraftstoffproduktion in Bayern“ ist als TFZ-Bericht Nr. 50 erschienen, die ExpResBio-Methoden als TFZ-Bericht Nr. 45. Eine Zusammenfassung enthält das TFZ-Wissen Nr. 4 bzw. TFZ-Kompakt Nr. 13. Download im Internet unter [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)

### Literatur

- [1] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2016): Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Kabinettsbeschluss vom 14. November 2016. Berlin: BMUB, 91 Seiten
- [2] 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 163 Seiten
- [3] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (DIN) (2009): DIN EN ISO 14040: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen. November 2009. Berlin: Beuth-Verlag, 40 Seiten



└ Bild 2: Bodennahe Ausbringung von Wirtschaftsdünger.  
(Foto: L. Heigl, LfL)

- [4] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (DIN) (2006): DIN EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen. Oktober 2006. Berlin: Beuth-Verlag, 84 Seiten
- [5] EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT (2009): Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG
- [6] 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
- [7] REMMELE, E. (2009): Handbuch. Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen, 2., neu bearb. und erw. Aufl., Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 88 Seiten
- [8] SUTTER, J. (2007): Soybean. In: JUNGLUTH, N. (Hrsg.) Life Cycle Inventories of Bioenergy. Ecoinvent Report No. 17. Dübendorf: Swiss Centre for Life Cycle Inventories, S. 125–140
- [9] WOLF, C.; DRESSLER, D.; ENGELMANN, K. ET AL. (2016): ExpResBio – Methoden. Berichte aus dem TFZ Nr. 45. Straubing: Technologie- und Förderzentrum, 166 Seiten

**DR.-ING. DANIELA DRESSLER**

**KARSTEN ENGELMANN**

**RITA HAAS**

**DR. EDGAR REMMELE**

TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZ-  
ZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (TFZ)  
[poststelle@tfz.bayern.de](mailto:poststelle@tfz.bayern.de)