

Klimaschutz beim Rapsanbau

Positive Effekte der Düngeverordnung auf die regionalspezifischen Treibhausgasemissionen der Rapserzeugung in Bayern

von DR. DANIELA DRESSLER, RITA HAAS und DR. EDGAR REMMELE: **Mit dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung wurden die nationalen Treibhausgas-Minderungsziele bis 2030 auf einzelne Sektoren heruntergebrochen. Im Bereich Landwirtschaft liegen diese bei 31 bis 34 Prozent zum Bezugsjahr 1990. Eine Optimierung des organischen und mineralischen Stickstoffeinsatzes nach den Vorgaben der Düngeverordnung 2017 kann beim Rapsanbau in Bayern zu einer Reduzierung der spezifischen Treibhausgasemissionen um bis zu 23 Prozent führen. Damit trägt die Umsetzung der Düngeverordnung zum Erreichen der sektorspezifischen Treibhausgasminderungsziele bei.**

Mit dem Klimaschutzabkommen von Paris aus dem Jahr 2015 sowie aus dem daraus resultierenden Klimaschutzplan 2050 der deutschen Bundesregierung [1] wurden die internationalen und nationalen Ziele zur Minderung von Treibhausgasen festgelegt, um den Klimawandel einzudämmen und den globalen Temperaturanstieg auf unter 2 °C zu begrenzen. Für den Sektor Landwirtschaft beträgt das Ziel zur Minderung der Treibhausgase 31 bis 34 Prozent bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 1990. Bis zum Jahr 2016 konnte bereits eine Reduktion um 18 Prozent (16 Mio. Tonnen) erreicht werden, sodass bis zum Jahr 2030 noch mindestens 11 bis 14 Millionen Tonnen Treibhausgase als Kohlenstoffdioxid-Äquivalente (CO₂-Äq) eingespart werden müssen.

Eine im Klimaschutzplan 2050 aufgeführte Maßnahme zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen ist die Effizienzsteigerung bei der Düngung, um die Stickstoffüberschüsse in der Gesamtbilanz auf 70 Kilogramm je Hektar [2] zu verringern und dadurch die klimaschädlichen Lachgasemissionen (siehe Infobox 1) zu senken. Mit der Düngeverordnung (DüV) 2017 [6] werden bereits klare und zum Teil schärfere Vorgaben zur Reduzierung dieser N-Überschüsse gegeben (siehe Infobox 2). Weiterhin zeigen die Ergebnisse aus dem Projekt „Expertengruppe Ressourcenmanagement Bioenergie in Bayern (ExpRessBio)“, dass die Ableitung praktisch umsetzbarer und ökonomisch tragfähiger Handlungsempfehlungen für den Anbau von Rohstoffpflanzen wie Winteraps nur auf Basis von regionalspezifischen Daten und konkreten Produktionsbedingungen erfolgen kann [2]. Um die Rapserzeugung in Bayern flächendeckend in Bezug auf die



Bild 1: Die Treibhausgasbilanz des bayerischen Rapsanbaus kann durch eine bedarfsgerechte Düngung deutlich verbessert werden (Foto: Rita Haas, TFZ)

Stickstoffeffizienz und THG-Emissionen bewerten und Optimierungsvorschläge ableiten zu können, wurden die bereits durchgeführten Analysen durch die Untersuchungen

Infobox 1: Lachgas (N₂O)

Lachgas ist ein Treibhausgas, das etwa 300 Mal so klimaschädlich ist wie Kohlenstoffdioxid (CO₂). Die meisten Lachgasemissionen stammen aus der landwirtschaftlichen Produktion und sind vorwiegend auf den Einsatz von Stickstoffdüngern organischer und mineralischer Herkunft zurückzuführen. Nach IPCC 2006 werden 1 Prozent des ausgebrachten Stickstoffs als klimaschädliche Lachgasemissionen freigesetzt.

Infobox 2: Vorgaben der Düngeverordnung 2017

- Einschränkung der Herbstdüngung auf 60 kg N_{ges} bzw. 30 kg NH₄-N (Ammonium-N)
- Einschränkung der organischen Düngung auf 170 kg N insgesamt (inkl. NawaRo-Anteil in Biogasgärresten)
- Durchführung einer N-Bedarfsanalyse mit dem Ziel die Stickstoffüberschüsse im dreijährigen Mittel auf 50 kg N zu begrenzen

Infobox 3: „ExpResBio-Methoden“

Im Rahmen des Projektes „ExpResBio“ entwickelte ein Expertenteam eine harmonisierte Bilanzierungsmethodik mit dem Fokus auf der Bewertung von Treibhausgasemissionen. Hauptelement der Harmonisierung ist die sogenannte Systemdarstellung. Mit ihrer Hilfe kann der Anwender das zu bewertende Produktsystem in einzelne Prozesse strukturieren. Aus der Analyse der Treibhausgasemissionen lassen sich Handlungsempfehlungen für die Produzenten und Verbraucher von Rohstoffpflanzen und von Bioenergieträgern ableiten. Auf diese Weise lassen sich Produktionsprozesse hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit optimieren.

im Projekt „Regionalspezifische Treibhausgasemissionen der Rapszerzeugung in Bayern“ um Analysen in weiteren Boden-Klima-Räumen erweitert.

Methodisches Vorgehen und Datengrundlage

Die Bewertung des Düngemanagements und der Stickstoffsalden basiert auf den Vorgaben der Düngeverordnungen 2007 und 2017 [6]. Die Analyse und Bewertung der spezifischen Treibhausgasemissionen der Rapszerzeugung in Bayern erfolgt nach den ExpResBio-Methoden (siehe Infobox 3). Grundlage der Bewertung der Stickstoffflüsse und der Treibhausgasemissionen bildet die betriebs- und regional-spezifische Datenerhebung in den sechs für den Rapsanbau bedeutenden Boden-Klima-Räumen Bayerns (Hot-Spot-Regionen). Dabei fließen die Daten von 13 Praxisbetrieben aus dem Projekt „ExpResBio“ in die Untersuchungen mit ein, die für das Erntejahr 2016 fortgeschrieben wurden. Zur Identifikation weiterer Hot-Spot-Regionen wurden Daten der Agrarstatistik mithilfe des Geofachdatendienstes CADENZA® ausgewertet und den unterschiedlichen Boden-Klima-Räumen Bayerns zugeordnet. Auf diese Weise konnten Informationen zur Betriebsstruktur, den natürlichen Standortbedingungen, zur Bodenbearbeitung, zum Nährstoffmanagement und zum spezifischen Rapsertag von insgesamt 36 Betrieben für vier Erntejahre (2013 bis 2016) in allen wesentlichen Boden-Klima-Räumen Bayerns erfasst werden.

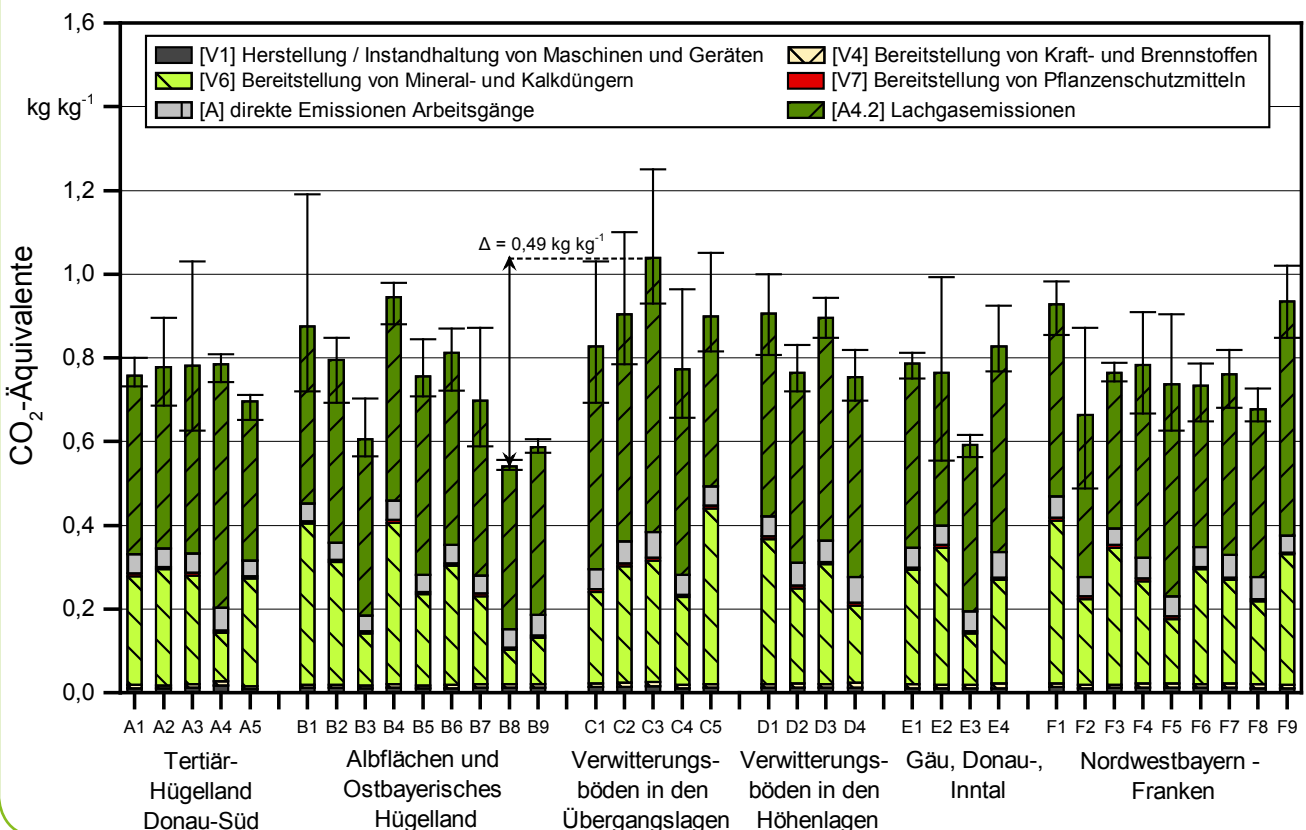


Abbildung 1: Einzelbetriebliche THG-Emissionen der Rapszerzeugung in den verschiedenen Boden-Klima-Räumen Bayerns, Mittelwerte und Extrema der Erntejahre 2013 bis 2016

KLIMAWANDEL

Boden-Klima-Raum	FM Ertrag in dt ha ⁻¹			N-Düngung mineralisch in kg N _{ges} ha ⁻¹			N-Düngung organisch in kg N _{ges} ha ⁻¹			N-Düngung gesamt in kg N _{ges} ha ⁻¹		
	\bar{x}	MIN	MAX	\bar{x}	MIN	MAX	\bar{x}	MIN	MAX	\bar{x}	MIN	MAX
BKR A	42,4	36,9	52,0	191	104	247	49	0	226	240	198	330
BKR B	43,9	31,0	52,2	170	80	240	63	0	130	232	164	300
BKR C	39,4	26,4	50,0	172	102	249	85	0	215	257	190	336
BKR D	41,3	35,2	48,0	186	155	205	69	0	105	255	202	296
BKR E	45,5	33,0	53,9	174	90	245	61	0	201	235	90	348
BKR F	41,4	28,0	52,8	180	120	240	45	0	165	225	132	378

▢ Tabelle 1: Regionalspezifische Auswertung der mineralischen und organischen Stickstoffdüngung sowie des Rapsrertrags, aufgeteilt nach Boden-Klima-Raum (BKR)

Spezifische Treibhausgasemissionen

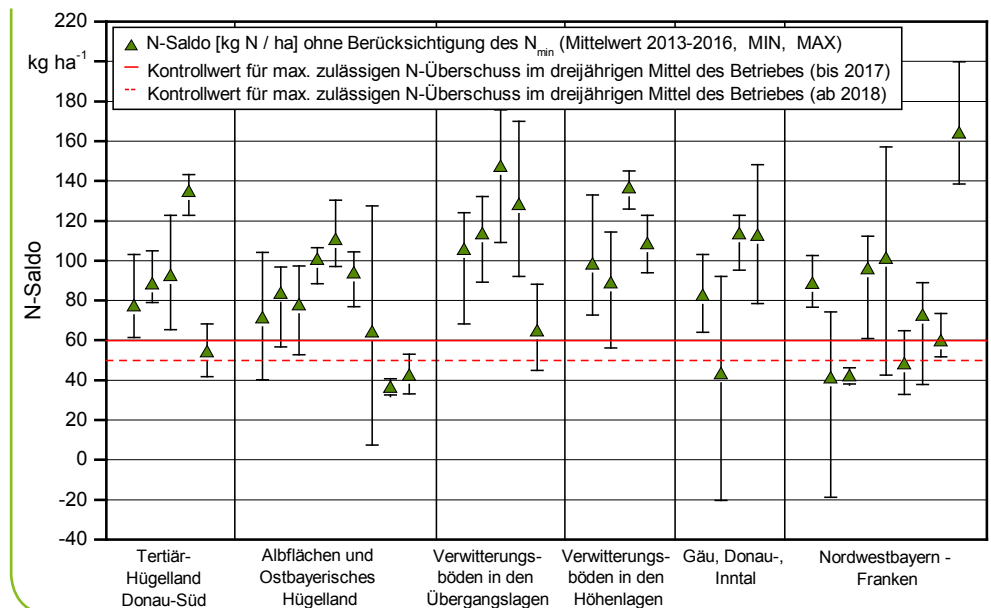
Die einzelbetrieblichen THG-Emissionen der Rapsrerzeugung in den sechs untersuchten Boden-Klima-Räumen in Bayern zeigen deutliche einzelbetriebliche und geringe regional-spezifische Unterschiede (siehe Abbildung 1). Im vierjährigen Mittel (2013 – 2016) variieren die einzelbetrieblichen Werte zwischen 1,04 Kilogramm CO₂-Äq je Kilogramm Rapssaat (kg kg⁻¹) in Betrieb C3 und 0,54 kg kg⁻¹ in Betrieb B8. Dies entspricht einer Differenz von 0,49 kg kg⁻¹ bzw. um ca. 50 Prozent. Als Gründe für diese hohe Ergebnisbandbreite konnten betriebsspezifische Unterschiede im Nährstoffmanagement und regionalspezifische Unterschiede im Ertragspotenzial identifiziert werden.

Weiterhin verdeutlicht die Ergebnisdarstellung in Abbildung 1, dass die Lachgasemissionen (N₂O-Feldemissionen) einerseits und die Art der ausgebrachten Stickstoffdünger andererseits mit 90 Prozent an den Gesamtemissionen die wesentlichen Stellschrauben der Treibhausgasbilanz der Rapsrerzeugung sind. Die Art der ausgebrachten Stickstoffdünger unterscheidet sich maßgeblich in ihrem Emissionsfaktor. Während der Emissionsfaktor für die Bereitstellung der organischen Dünger allgemein mit Null angenommen wird, haben NPK-Volldünger und Nitratdünger die höchsten Emissionsfaktoren. Organische Düngemittel, wie Schweine- oder Rindergülle sowie Biogasgärrest haben jedoch eine geringere Wirksamkeit (geringere N-Effizienz) als Mineraldünger, da

nur der im organischen Düngemittel gebundene Ammoniumanteil für die Rapsrpflanze im Anbaujahr zur Verfügung steht. Dieser liegt je nach Düngerform zwischen 50 und 70 Prozent des Gesamtstickstoffs. Außerdem sind organische Düngemittel bei und kurz nach der Ausbringung deutlich stärker von Verlusten (z. B. in Form von Ammoniakemissionen) betroffen als Stickstoffmineraldünger. Dies führt bei einer nicht bedarfsgerechten Anwendung von organischen Düngern zwangsläufig zu deutlich höheren Stickstoffüberschüssen als bei einer rein mineralischen Stickstoffdüngung.

Spezifische Stickstoffsalden

Ein Blick auf den Status quo zur Stickstoffdüngung beim Rapsanbau zeigt Tabelle 1. Hier wird deutlich, dass in allen Boden-Klima-Räumen organische Düngemittel eingesetzt werden. Die maximal ausgebrachte Menge an organischem



▢ Abbildung 2: Einzelbetriebliche Stickstoffsalden als Mittelwerte der Erntejahre 2013 – 2016 und als MIN- und MAX-Werte im Vergleich zu den Kontrollwerten für den maximal zulässigen N-Überschuss im dreijährigen Mittel des Betriebes

Stickstoff variiert zwischen 105 und 226 kg ha⁻¹. Der zum Teil sehr große Anteil an organischen Düngern ist ein Grund für die hohen maximalen Gesamt-Stickstoffwerte, die zwischen 296 und 378 kg N_{ges} ha⁻¹ liegen. Die maximale einzelbetriebliche Stickstoffdüngung liegt in fast allen Boden-Klima-Räumen bei mehr als 300 kg ha⁻¹. Die Empfehlung für den Rapsanbau liegt bei durchschnittlich 200 kg ha⁻¹, sodass zum Teil deutliche Stickstoffüberschüsse entstehen (vgl. auch *Abbildung 2*).

Die höchsten einzelbetrieblichen Stickstoffüberschüsse werden in den Betrieben C3 und F9 erreicht (vgl. *Abbildung 2*). In beiden Betrieben konnte eine nicht bedarfsgerechte Gärrestdüngung im Herbst identifiziert werden. Die Herbstdüngung im Speziellen wie das Nährstoffmanagement im Allgemeinen stellen eine signifikante Stellschraube zur Reduzierung der THG-Emissionen im Rapsanbau dar. Insbesondere die Herbstdüngung ist mit der DüV (2017) stark eingeschränkt worden (*siehe Infobox 2*), sodass hier ein großes Potenzial besteht, organische Düngemittel zukünftig bedarfsgerechter anzuwenden.

Klimaschutz mit optimaler Stickstoffeffizienz

Die Umsetzung der Düngeverordnung insbesondere mit Blick auf die Beschränkung der Herbstdüngung führt zu einer Optimierung des Nährstoffmanagements und ist damit eine bedeutende Maßnahme, die Treibhausgasemissionen beim Rapsanbau zu senken. Die Treibhausgasemissionen der Rapszerzeugung in Bayern lassen sich durch ein optimiertes Nährstoffmanagement entsprechend der Vorgaben nach DüV (2017) um 15 Prozent im Vergleich zum Status quo (regionalspezifischer Mittelwert der Erntejahre 2013 bis 2016) reduzieren (vgl. *Abbildung 3*). Die Bedeutung einer auf den standortspezifischen Ertrag angepassten Stickstoffbedarfsanalyse einerseits und der bedarfsgerechten Verwen-

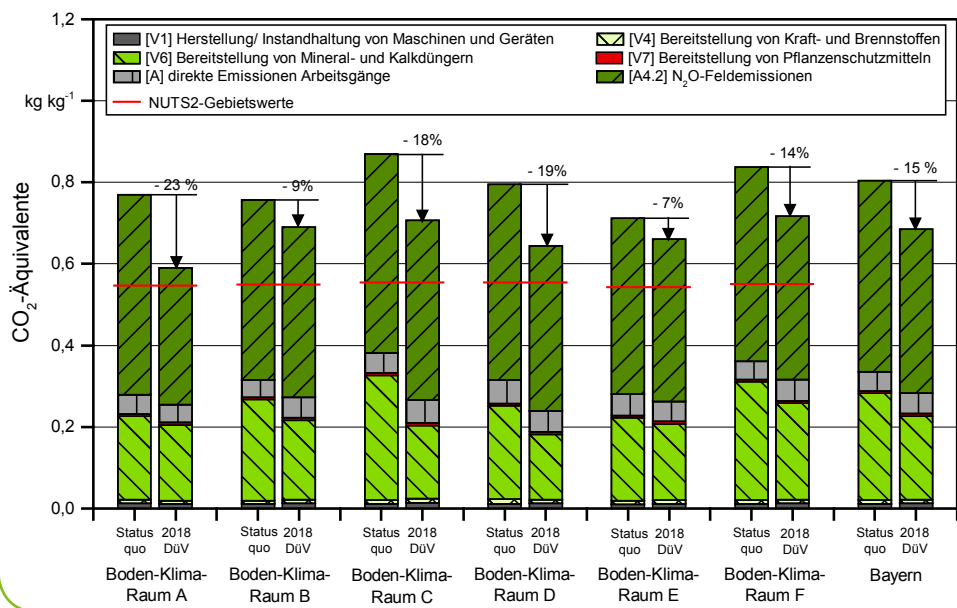


Abbildung 3: THG-Bilanzen der optimierten Rapszerzeugung in verschiedenen Boden-Klima-Räumen Bayerns (Modellbetriebe der unterschiedlichen Boden-Klima-Räume im Vergleich zum Status quo der Erntejahre 2013 – 2016)

nung von organischen Düngemitteln andererseits wird in den Boden-Klima-Räumen C und D besonders deutlich. Dort lassen sich die THG-Emissionen – angegeben in CO₂-Äquivalenten – um 18 Prozent von 0,87 auf 0,71 kg kg⁻¹ in Boden-Klima-Raum C und um 19 Prozent von 0,79 auf 0,65 kg kg⁻¹ in Boden-Klima-Raum D reduzieren.

Fazit

Anhand der spezifischen Analysen konnten Handlungsfelder zur Reduzierung der Stickstoffsalden und Treibhausgasemissionen insbesondere in Bezug auf einen bedarfsgerechten Umgang mit organischen Düngemitteln und eine darauf abgestimmte Mineraldüngergabe aufgezeigt werden. Hierbei zeigen die Vorgaben der DüV 2017 insbesondere zur Begrenzung der Herbstdüngung ein deutliches Klimaschutzpotenzial auf. Folglich sollte die DüV 2017 nicht nur als Maßnahme zum Boden- und Gewässerschutz, sondern vor allem als Chance und als wichtige Maßnahme zur Erreichung der vorgegebenen Klimaschutzziele der Landwirtschaft angesehen werden.

Literatur bei den Autoren.

DR. DANIELA DRESSLER

RITA HAAS

DR. EDGAR REMMELE

TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM AM
 KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE
 daniela.dressler@tfz.bayern.de
 rita.haas@tfz.bayern.de
 edgar.remmele@tfz.bayern.de

Infobox 4: Weiterführende Informationen

Der ausführliche Forschungsbericht „Regionalspezifische Treibhausgasemissionen der Rapszerzeugung in Bayern“ ist in der Reihe Berichte aus dem TFZ, Nr. 59 erschienen.