

# Rohstoffpflanzenanbau: Treibhausgase einsparen und wirtschaftlich bleiben

Handlungsempfehlungen für den Ackerbau

von STEFANIE ALTHAMMER, THERESA STARK und DR. DANIELA DRESSLER: **Praxisrelevante Handlungsempfehlungen zur Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen und anderer relevanter Emissionen der Landwirtschaft sind nur bedingt allgemeingültig. Gründe hierfür sind zum Beispiel die Abhängigkeit der landwirtschaftlichen Produktion von regionalen Gegebenheiten wie der Bodengüte und klimatischen Faktoren. Im Verbundprojekt RekoRT widmete sich das Team des Technologie- und Förderzentrums (TFZ) zusammen mit anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus ganz Deutschland diesem Thema und konnten Stellschrauben sowie ganz konkrete Empfehlungen für Landwirtinnen und Landwirte herausarbeiten.**

„Die Landwirtschaft muss den Ausstoß von Treibhausgasen (THG) reduzieren: bis 2030 etwa 36 Prozent weniger als 1990. Das ist Fakt. Aber wie soll das konkret aussehen? Welche Handlungsempfehlungen geben wir, bzw. die Beraterinnen und Berater an die Landwirtschaft für den Anbau von Rohstoffpflanzen weiter – und zwar ohne die Produktionskosten aus dem Blick zu verlieren?“, mit dieser Fragestellung haben sich Dr. Daniela Dressler, Leiterin der Abteilung Systembewertung Nachwachsender Rohstoffe am TFZ und ihr Team in dem Projekt „RekoRT“ (siehe Infobox) befasst.

Zusätzlich zu diesen Klimazielen hat die Landwirtschaft weitere Umweltziele zu beachten: So hat die EU-Nitratrichtlinie zum Ziel, die Verunreinigung von Oberflächen- und Fließgewässern mit Nitrat aus der Landwirtschaft – insbesondere aus der Düngung – zu verringern. Für Deutschland heißt das, eine Überschreitung des Grenzwertes für Nitrat von 50 Milligramm pro Liter an allen Grundwassermessstellen zu verhindern, sonst drohen empfindliche Strafzahlungen. Weiterhin sind mit der NEC-Richtlinie, als einer Säule der europäischen Luftreinhaltepolitik, Grenzwerte für

## Infobox: Weiterführende Informationen zum Projekt

**Verbundprojekt:** „Regionalspezifische Maßnahmen zur kosteneffizienten Reduktion von Treibhausgas-Emissionen beim Anbau von Rohstoffpflanzen“ (RekoRT)

**Projektpartner:** Thünen-Institut für Agrartechnologie (TI-AT), Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Technische Universität Braunschweig (TU BS)

**Zielstellung:** Ableitung von regionalspezifischen Maßnahmen als praxisrelevante Handlungsempfehlungen im Kontext politischer Vorgaben.

**Vorgehensweise:**

- Sichtung, Strukturierung und Harmonisierung vorliegender Daten zum Rohstoffpflanzenanbau in unterschiedlichen Boden-Klima-Räumen
- Analyse der Daten sowie ökologische und ökonomische Bewertung in Anlehnung an die ExpResBio-Methoden
- Erarbeitung von methodischen Aspekten, z. B. zur Bewertung von Fruchtfolgeeffekten und der Flächeneffizienz
- Ableitung und Bewertung von Maßnahmen zur kosteneffizienten Minderung negativer Umweltwirkungen beim Rohstoffpflanzenanbau



Ammoniak zu erfüllen. Außerdem sieht die Farm-to-Fork-Strategie eine Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes um 50 Prozent vor, um einen weiteren Verlust der Biodiversität zu verhindern.

„Gerade im Bereich der Landwirtschaft sind regionalspezifische Kenntnisse zu den Umweltwirkungen sowie zu betriebswirtschaftlichen Kennzahlen erforderlich, um praxisrelevante Handlungsempfehlungen ausarbeiten zu können“, fasst Dressler die Problematik zusammen.

### Regionalspezifische Datenbasis

Im deutschlandweiten Verbund suchten die Wissenschaftlerinnen des TFZ gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Thünen-Instituts, des KTBL und der TU Braunschweig daher nach regionalspezifischen Empfehlungen für die Praxis.

In der Datenbank „RekoRT-DB-Thuenen“ wurden Daten aus verschiedenen bereits abgeschlossenen Projekten zum Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen zusammenge-

führt. Darin sind sowohl Emissionsdaten und agronomische Messgrößen als auch Managementmaßnahmen gespeichert, die bereits an unterschiedlichen Feldversuchsstandorten in Deutschland erhoben wurden.

Durch die harmonisierte Datenerfassung in „RekoRT-DB-Thuenen“ werden die Daten einheitlich dargestellt und sind damit vergleichbar und transparent.

„Direkt zu Beginn des Projektes stand fest, dass anstelle einer Untersuchung von einzelnen Kulturen innerhalb der Fruchtfolge, die Untersuchung vollständiger Fruchtfolgen zielführender ist“,

so Dr. Daniela Dressler.

Für die Status quo Analysen wurden aus dem Datenpool verschiedene Fruchtfolgen an acht Standorten

und drei Boden-Klima-Räumen ausgewertet. Betrachtet wurden eine Raps-Fruchtfolge (Winterraps-Winterweizen-Wintergerste) und zwei Mais-Fruchtfolgen (Winterweizen-Senf-Mais-Winterroggen-Sudangras sowie Wintertriticale-Weidelgras-Winterweizen-Senf-Mais). Dressler ergänzt: „Aufbauend auf den Analysen der Versuchsstandorte haben wir die standortspezifischen Daten der Rapsfruchtfolge auf drei unterschiedliche Boden-Klima-Räume in Deutschland übertragen. Die ausgewählten Boden-Klima-Räume unterscheiden sich dabei bezüglich des Ertrags, der verwendeten Betriebsmittel und der Mechanisierung. Dadurch war es uns möglich, die regionalen Unterschiede herauszuarbeiten.“

### Stellschrauben identifizieren und Maßnahmen ableiten

Die Status quo Analysen zeigen, dass mineralische Düngemittel einen wesentlichen Anteil an der Höhe des Treibhauseffekts haben und dazu höhere Kosten verursachen. Daher kann die Substitution von Mineraldüngern eine mögliche Klimaschutzmaßnahme sein, die in dem Projekt bewertet wurde.

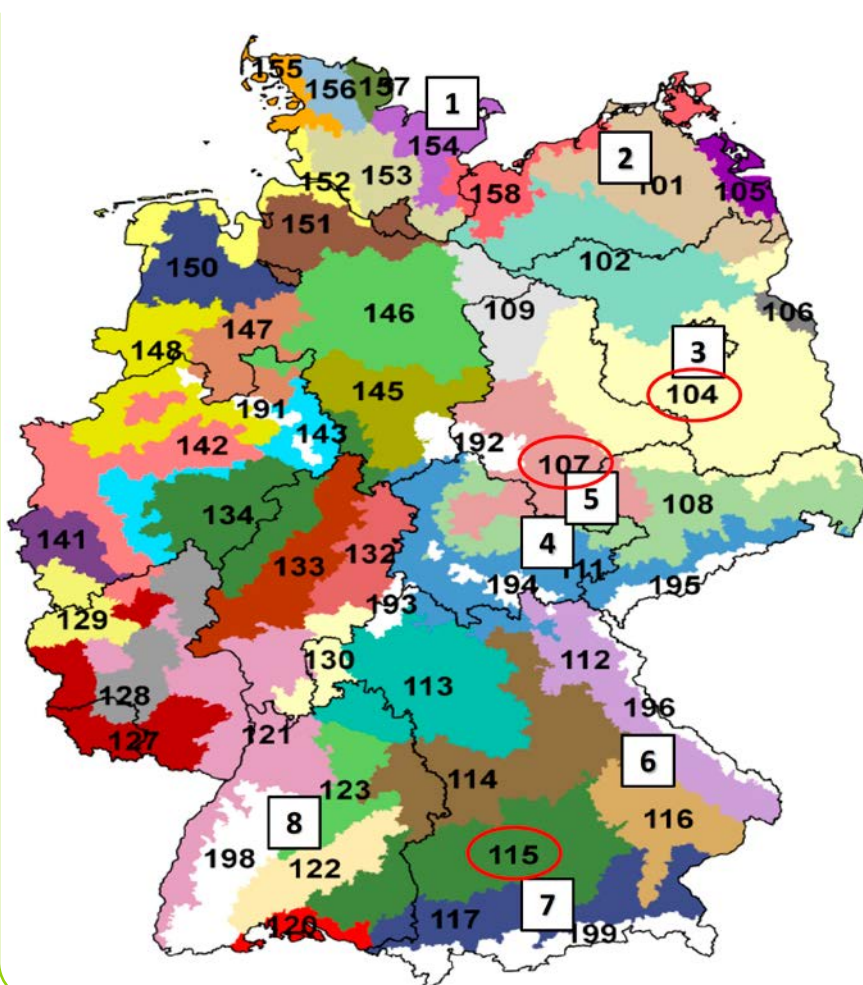


Abbildung 1: Auswahl der Standorte und Boden-Klima-Räume (BKR) für die ökologischen und ökonomischen Analysen (Quelle: Janine Mallast, Thünen-Institut)

Ausgehend von der angewandten Methode fließen organische Dünger ohne ökologischen und ökonomischen Rucksack in die Bewertung ein. Für die Ermittlung der Emissionen werden nur die Aufwendungen für den Transport und die Ausbringung betrachtet. Werden Mineraldünger anteilig durch organische Dünger ersetzt, können also THG-Emissionen und Kosten reduziert werden. Allerdings kann die anteilige Substitution von Mineraldüngern nur in den Regionen als Minderungsmaßnahme angesehen werden, in denen organische Dünger lediglich in geringem Umfang verfügbar sind. In Regionen mit hohem Tierbesatz fallen oft zu großen Mengen an organischen Düngern an – mehr als nach den Vorgaben der aktuellen Düngeverordnung genutzt werden können. Das bedeutet, dass organische Dünger von stark viehhaltenden Regionen in Regionen mit geringer Verfügbarkeit von Wirtschaftsdüngern gebracht werden müssen.

**Transportdistanzen für organische Dünger sind entscheidend**

Eine Analyse von Transportdistanzen unterschiedlicher organischer Dünger zeigt, dass nur begrenzte Entfernungen ökologisch und ökonomisch sinnvoll sind. Grund dafür ist, dass organische Dünger einen höheren Wassergehalt haben und damit eine geringere Nährstoffkonzentration je Kilogramm.

Anhand ausgewählter Produktionsbeispiele konnte gezeigt werden, dass eine Düngung mit Rindergülle bis zu einer Transportdistanz von 50 km bzw. eine Düngung mit Schweinegülle bis zu einer Transportdistanz von 79 km ökonomischer ist als die Verwendung von Mineraldüngern.

„Die Untersuchung zur Sensitivität der Transportentfernung auf den Treibhauseffekt zeigt deutlich höhere Distanzen, sodass unter ökologisch-ökonomischen Gesichtspunkten die Transportkosten die limitierende Größe sind“, erläutert Dressler.

**Stickstoff-Verluste beim Düngen reduzieren**  
Neben der Minderung von Treibhausgasen ist die Reduktion von Stickstoff-Verlusten bei der Ausbringung von organischen Düngern von großer Bedeutung. Eine Reduktionsmöglichkeit ist

die Verwendung von emissionsarmen Ausbringungstechniken. Die Ergebnisse der ökologischen Analyse zeigen, dass sich durch die Anwendung emissionsarmer Techniken sowohl die versauernd wirkenden Emissionen (z. B. Ammoniak) als auch die Treibhausgas-Emissionen reduzieren lassen.

„Das größte Potenzial der Minderung von Ammoniak-Emissionen ergibt sich, wenn der Wirtschaftsdünger im unbestellten Ackerland direkt eingearbeitet werden kann – beispielsweise mittels Güllegrubber. Für eine Frühjahrsdüngung in niedrige Bestände eignen sich das Injektionsverfahren sowie die Ansäuerung der Gülle bei Ausbringung mit Schleppschlauch“,  
so Dr. Daniela Dressler.

Die Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung dagegen wird deutlich mehr von der Transportentfernung als von der jeweiligen Ausbringungstechnik beeinflusst.

**Fruchtfolgen diversifizieren**

Die Diversifizierung von engen Fruchtfolgen, wie beispielsweise Raps-Weizen-Gerste, wird als wichtiger Baustein für eine nachhaltige Landwirtschaft gesehen.

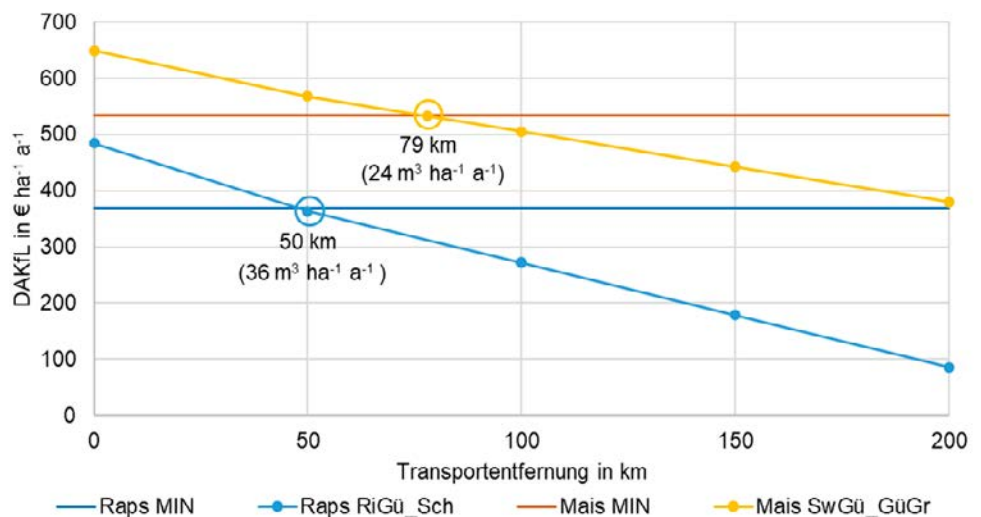


Abbildung 2: Break-even der Transportdistanz für die Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAKfL) am Beispiel für den Anbau von Winterraps im BKR 107 mit Einsatz von Rindergülle (RiGü; 36 m³) und Schleppschlauch (Sch) sowie für den Anbau von Silomais mit Einsatz von Schweinegülle (SwGü; 24 m³) und Güllegrubber (GüGr) im Vergleich zur jeweils mineralisch gedüngten Referenz (MIN) (Quelle: Meike Schmehl, Projektpartnerin am KTBL)



▣ Bild 1: Phacelia – Bestandteil einer diversifizierten Fruchtfolge  
(Foto: Sabine Weindl, LfL)

Die Etablierung von Zwischenfrüchten und Leguminosen in erweiterten Fruchtfolgen hat positive Effekte auf die gesamte Fruchtfolge.

„Allerdings kann dies zu einer Reduktion der Ertragsleistung je Hektar und damit zu einem höheren Flächenbedarf bei gleichbleibender Rohstoffnachfrage führen“, berichtet die Projektleiterin am TFZ und ergänzt: „Wir wollten das genauer wissen und haben dafür die analysierten Rapsfruchtfolgen eines Hohertragsstandortes sowie eines Niedrigertragsstandortes in zwei Stufen modellhaft angepasst.“ Durch die Verlängerung der Fruchtfolge und die Erhöhung der Kulturartenvielfalt wurde angenommen, dass der Schädlings- und Erregerdruck reduziert werden kann. Durch die Integration von Leguminosen wurde ein geringer Stickstoff-Mineraldüngereinsatz angenommen.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Diversifizierung der Fruchtfolgen für den Hohertragsstandort unter den Gesichtspunkten des Klimaschutzes und der Wirtschaftlichkeit lohnt, da in beiden Fällen die flächen- und produktbezogenen Treibhausgasemissionen reduziert und die Direkt- und

arbeiterledigungskostenfreie Leistung erhöht wurde. Für den Niedrigertragsstandort ist die Beurteilung nicht so eindeutig. Zwar konnte die Menge der flächenbezogenen Treibhausgasemissionen durch die Diversifizierung der Fruchtfolgen verringert werden, allerdings zeigte sich auch ein geringerer Gewinnbeitrag je Hektar als auch je Getreideeinheit.

### Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Grundsätzlich konnte gezeigt werden, dass die anteilige Substitution von Mineraldüngern durch organische Dünger als auch die Diversifizierung von Fruchtfolgen regionalspezifische Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und anderen Umweltproblemen sein können. In Bezug auf

die politischen Vorgaben zum Klimaschutz, zur Minderung der Nitrat- und Ammoniakemissionen und zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes kommt das Projektkonsortium zu folgenden Empfehlungen:

- ▣ Fruchtfolgen diversifizieren  
Basierend auf den Ergebnissen der durchgeführten Analysen wird eine Verlängerung und Diversifizierung der Fruchtfolge empfohlen. Durch eine optimale Fruchtfolgegestaltung lässt sich der Schädlings- und Unkrautdruck und damit der



▣ Bild 2: Gärrestausbringung mittels Schleppschlauch (Foto: Dr. Maendy Fritz, TFZ)

Einsatz von Pflanzenschutzmitteln um bis zu 50 Prozent reduzieren. Bei Integration von Futter- und Körnerleguminosen lässt sich zusätzlich der Stickstoffdüngerbedarf reduzieren. Dies führt zu einer Reduktion des Nitratauswaschungsrisikos und einer Minderung von Treibhausgasen. Diese Maßnahmen sind jedoch von regionalen Gegebenheiten abhängig und benötigen insbesondere in Regionen mit geringerem Ertragspotenzial ein hinreichendes nationales Fördersystem.

- ☐ Gewässerbelastung durch Nährstoffüberschüsse reduzieren  
Hier werden Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffverlusten, wie beispielsweise der Anbau von Zwischenfrüchten, empfohlen. Zu berücksichtigen ist, dass das Nitratauswaschungsrisiko neben dem Stickstoffgehalt im Boden und der Durchwurzelungstiefe der Kultur auch maßgeblich vom Tongehalt des Bodens und dem Niederschlag beeinflusst wird. Daher sollten die Bodeneigenschaften und die regional unterschiedlichen niederschlagsreichen Phasen zwingend bei der Maßnahmenplanung berücksichtigt werden.
- ☐ Ammoniakemissionen durch Ausbringung organischer Dünger minimieren  
Der Einsatz organischer Dünger ist regionalspezifisch als Maßnahme zur Reduktion der Treibhausgase durch die Substitution von Mineraldüngerprodukten sowie zum Ressourcenschutz (z. B. von Phosphor) zu empfehlen. Dies gilt insbesondere in Ackerbauregionen (geringer Tierbesatz), da in Regionen mit hohem Tierbesatz der Wirtschaftsdünger bereits verwendet wird (Status quo). Hierbei ist auf die Transportwürdigkeit der organischen Dünger zu achten. Bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern müssen emissionsmindernde Techniken wie die Gülleinjektion oder der Güllegrubber verwendet werden.

Nur so können Ammoniakemissionen so gering wie möglich gehalten werden. Andernfalls würde diese Maßnahme zum Klima- und Ressourcenschutz im Zielkonflikt mit der Einhaltung der Grenzwerte für Ammoniak stehen.

- ☐ Lachgasemissionen durch Nährstoffverluste reduzieren  
Eine Minderung der Nährstoffverluste (insbesondere von Stickstoff) führt indirekt auch zu einer Minderung von Treibhausgasen, da hierdurch weniger Mineraldünger benötigt wird und gleichzeitig geringere Mengen an N-induzierten Lachgasemissionen entstehen.
- ☐ Kohlenstoffdioxid-Emissionen durch alternative Kraftstoffe reduzieren  
Der Einsatz alternativer Kraftstoffe bei der Feldarbeit wird als eine umsetzbare Minderungsmaßnahme empfohlen, da diese nicht zu Veränderungen in den ackerbaulichen Produktionsverfahren führt.



**STEFANIE ALTHAMMER**

**THERESA STARK**

**DR. DANIELA DRESSLER**

TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM  
KOMPETENZZENTRUM FÜR

NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

stefanie.althammer@tfz.bayern.de

theresa.stark@tfz.bayern.de

daniela.dressler@tfz.bayern.de

