

UFOP-Perspektivforum 2021



Klimaschutzpotenzial und Ökosystemleistungen von Körnerleguminosen – ein ganzheitlicher Bewertungsansatz

Christian Sponagel
Universität Hohenheim



Klimaschutzpotenzial und Ökosystemleistungen von Körnerleguminosen – ein ganzheitlicher Bewertungsansatz

Christian Sponagel, Elisabeth Angenendt, Beate Zimmermann, Enno Bahrs

Fachgebiet für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410b)



■ Hintergrund der Studie

- **Klimaschutz als gesellschaftliche Herausforderung**

Nationales Ziel im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG):

Reduktion der Treibhausgasemissionen (THGE) um 65%
(2030 gegenüber 1990)

- **KSG betrifft auch den landwirtschaftlichen Sektor
(2020 ca. 9% der THGE in Deutschland)**

- Einsparung von 14 Mio. t CO₂Äq bis 2030
- Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind hierbei vor allem die THGE-Vermeidungskosten relevant

■ Hintergrund der Studie

- **Körnerleguminosen leisten einen Beitrag zum Klimaschutz** (Nemecek et al. 2008; Magrini et al. 2016)
 - Reduktion des Einsatzes von Stickstoffdüngemittel, auch in der Folgekultur
 - Reduktion von düngelinduzierten Lachgasemissionen
- **Agronomische und ökologische Vorteile von Körnerleguminosen** (Böhm et al. 2020)
 - Fruchtartendiversifizierung mit phytosanitären Vorteilen
 - Positive Effekte für die Bodenfruchtbarkeit
 - Stickstoffnachlieferung
 - Positive Effekte für die Biodiversität

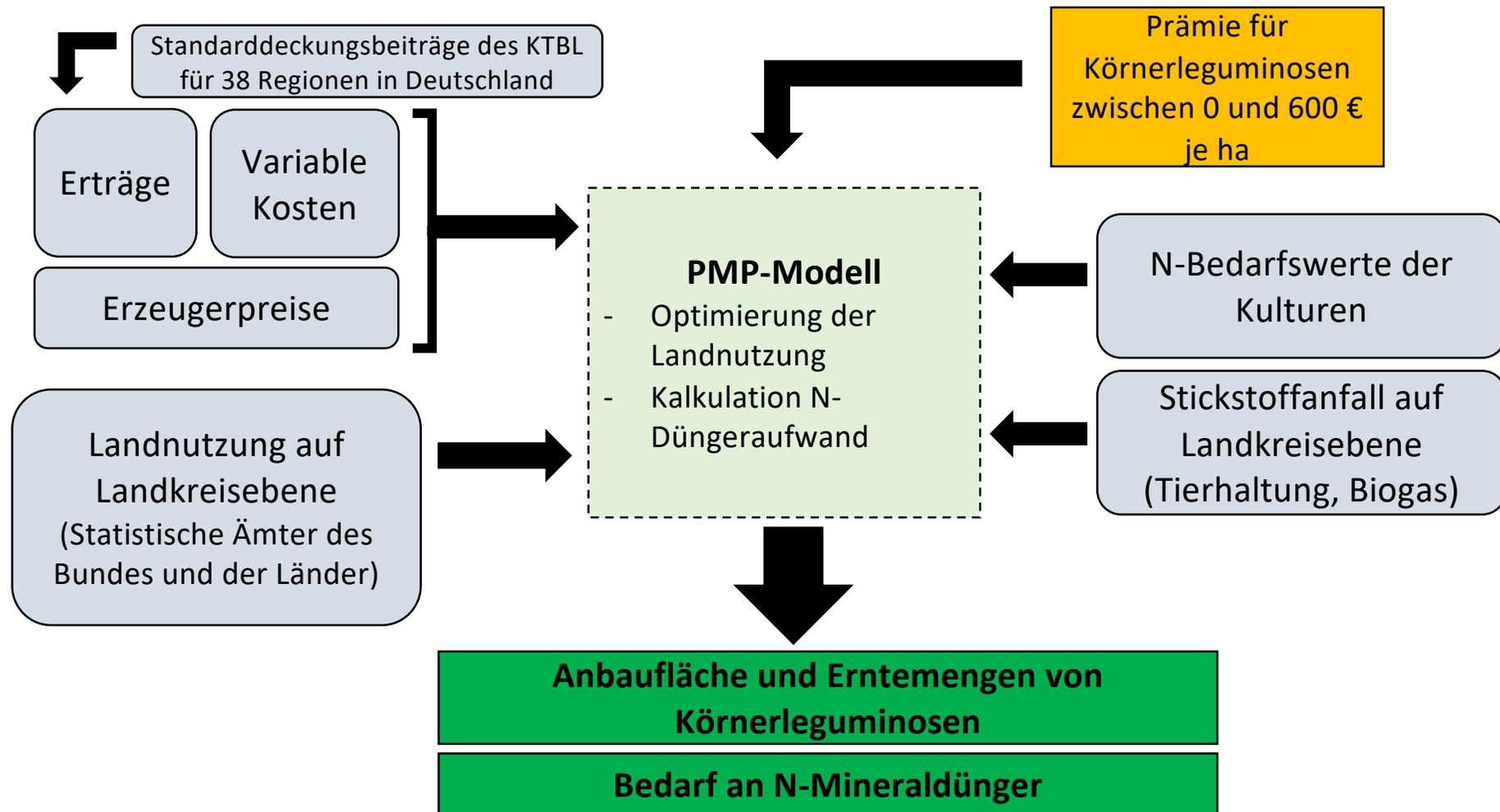
■ Hintergrund der Studie

- **Hoher Bedarf an Eiweißfuttermitteln** (BLE 2020a)
 - Hohes Importvolumen zur Schließung der Eiweißlücke
 - Hohe Nährstofffrachten bedingen Umweltprobleme in den Importländern (Einträge ins Grundwasser, Belastung von Ökosystemen,...)
- **Stagnation des Anbaus von Körnerleguminosen trotz zahlreicher vorhandener Fördermöglichkeiten** (BLE 2020b)
 - Unter 2% der deutschen Ackerfläche
 - Mangelnde wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit
 - Hohe jährliche Variabilität der Erträge
 - Teilweise schwierige Vermarktungssituation

■ Ziele der Studie

- **Analyse der Auswirkungen einer zusätzlichen flächenbezogenen Prämie auf die Anbauflächen von Körnerleguminosen (Soja, Erbsen, Bohnen, Lupinen) in Deutschland unter Berücksichtigung der aktuellen Rahmenbedingungen für den Anbau**
- **Modellbasierte Untersuchung des THGE-Minderungspotenzials in Abhängigkeit der prämienbedingten Flächenumfänge von Körnerleguminosen**
- **Ableitung von THGE-Vermeidungskosten**

Landnutzungsmodellierung



Betriebswirtschaftliche und agronomische Rahmenbedingungen



- **Regionalspezifische Erträge, Preise und Kosten auf Basis der NUTS 2-Regionen nach den KTBL (2021) Standarddeckungsbeiträgen**
 - Ausnahme bei Sojabohnen: Anpassung der Preise und Kosten nach Daten des Sojaförderrings
 - Ableitung von Standorteignung und Erträgen für Soja auf Grundlage der Eignungskarte nach Roßberg und Recknagel (2017) und Ertragsschätzungen von Misch (2021) auf Landkreisebene
 - 27% der Ackerfläche nicht für den Sojaanbau geeignet
- **Fruchtfolgerestriktionen auf Landkreisebene**
 - Gesamtanteil von Körnerleguminosen unter 30%, Anteile von Sojabohnen und sonstigen Körnerleguminosen unter 25% bzw. 20% (Böhm et al. 2020)

Szenarien

Betrachtung von vier unterschiedlichen Szenarien

Szenario	Substitution von Ackerfutter und Silomais möglich	Anbaurestriktion auf Landkreise wo bereits Anbau stattfindet	Züchterischer Fortschritt bei Körnerleguminosen
1	Ja	Nein	Nein
1b	Ja	Ja	Nein
1c	Ja	Nein	+ 20% Mehrertrag
2	Nein	Nein	Nein

- In Landkreisen ohne Anbau von Körnerleguminosen kann der Anteil in den Szenarien max. 3% an der Ackerfläche betragen

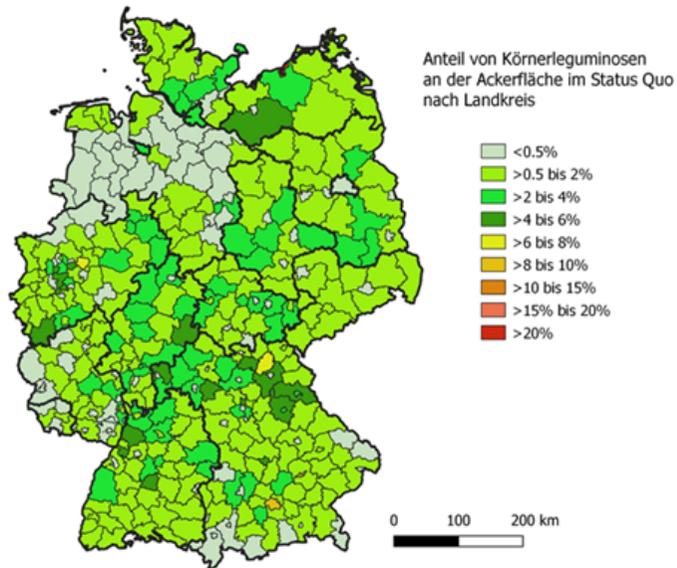
Entwicklung der Flächen- und Produktionsumfänge von Körnerleguminosen in Deutschland

Szenario	Zusätzliche Prämie in € je ha	Anbauumfang in ha	Anteil an der Ackerfläche in %
Status Quo	0	198.000	1,8
1	100	390.835	3,5
	300	526.632	4,7
1b	100	265.770	2,4
	300	401.252	3,6
1c	100	474.305	4,2
	300	609.648	5,5
2	100	386.270	3,5
	300	519.820	4,7

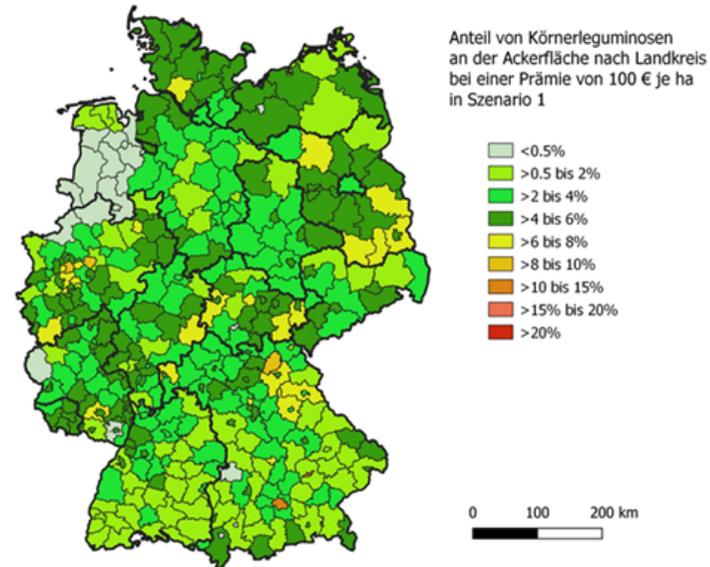
- Bei Prämien bis 600 € je ha liegt die Anbaufläche zwischen 600.000 und 810.000 ha, d.h. 5,4% und 7,3% der Ackerfläche

Entwicklung der Flächenumfänge von Körnerleguminosen in Szenario 1

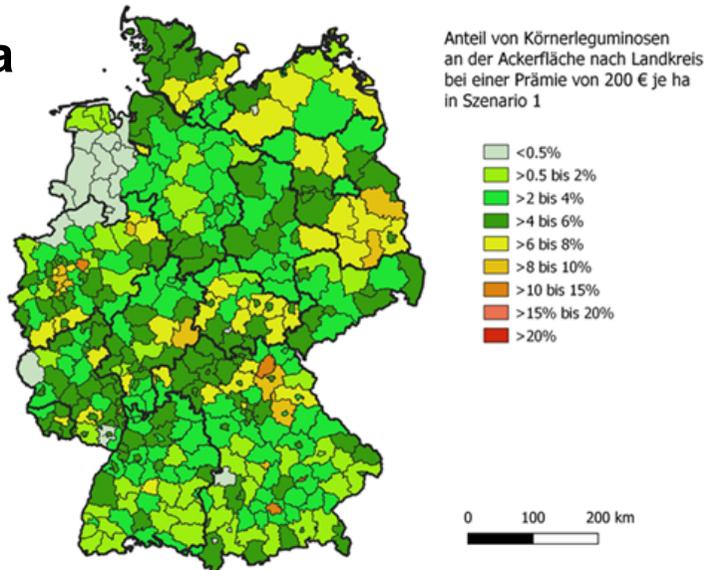
0 €/ha



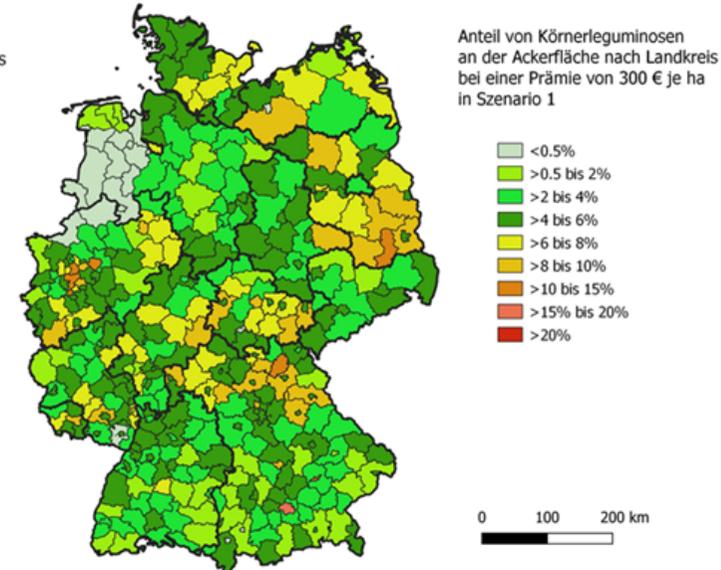
100 €/ha



200 €/ha



300 €/ha

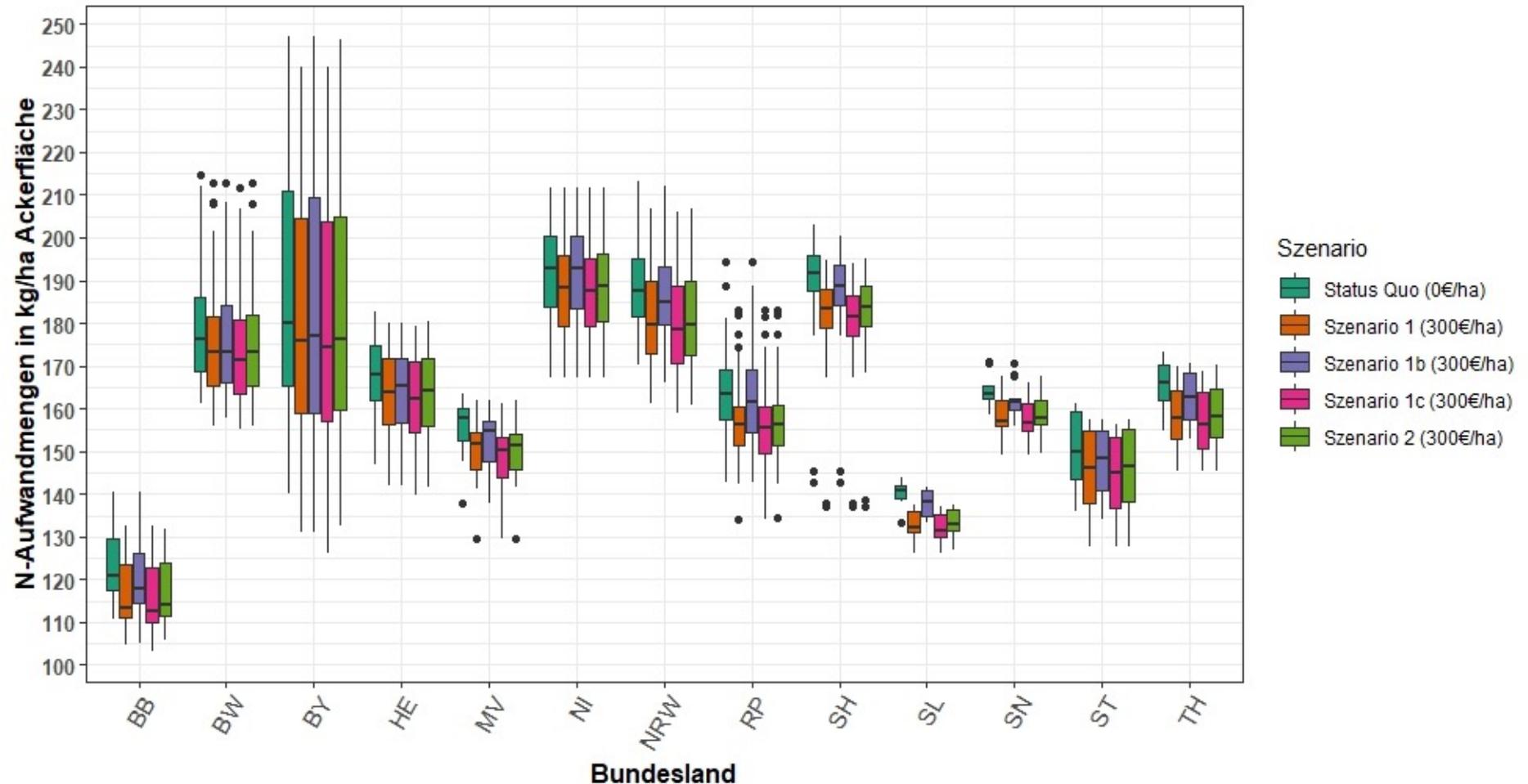


BKG 2018

■ Regionale Anbauausdehnung

- **Prämien wirken sich signifikant auf den Anbauumfang von Körnerleguminosen aus**
- **Starke räumliche Disparitäten zwischen den Bundesländern und Landkreisen**
 - Hohes Potenzial v. a. in den östlichen Bundesländern sowie Thüringen, Nord-Bayern, Süd-Hessen
- **In Regionen mit sehr hohen N-Salden im Status Quo (z. B. Weser-Ems Region) findet kaum eine Ausdehnung des Anbaus statt**
 - Geringe Attraktivität von Körnerleguminosen in Veredlungsregionen kann weitere Polarisierung bedingen

Entwicklung N-Aufwandmengen nach Bundesland in den Szenarien



- Reduktion des durchschnittlichen N-Aufwands um bis zu 5 kg je ha bei einer Prämie von 300 € je ha.

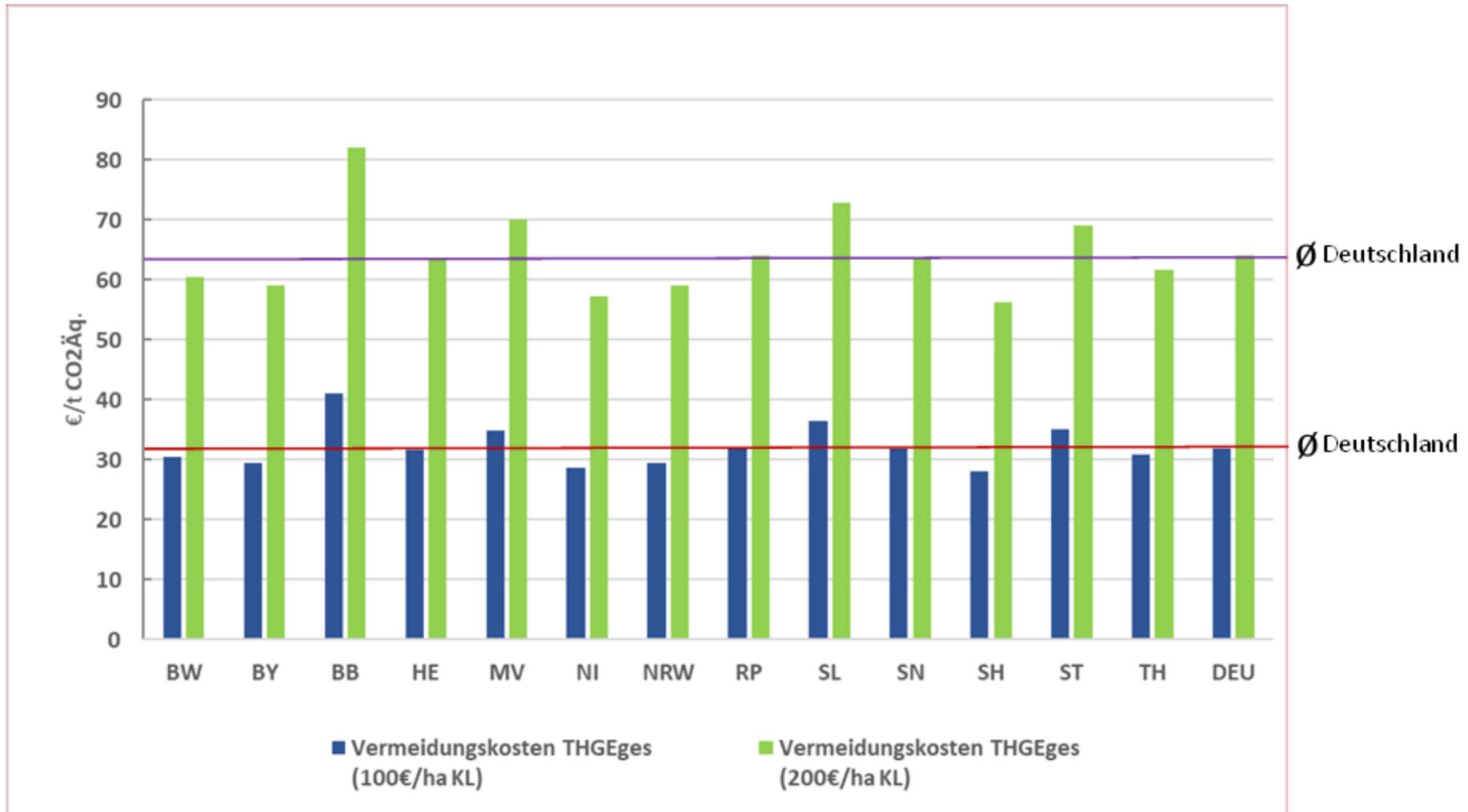
Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen

- Prämien von 200 € je ha führen zu Einsparungen zwischen 0,4 (1b), 0,9 (1) und 1,1 Mio. (1c) t CO₂Äq
 - Bis ca. 1,6% der THGE der deutschen Landwirtschaft
- THGE der zivilen Inlandsflüge in Deutschland lag 2017 in einer ähnlichen Größenordnung mit ca. 2,1 Mio. t CO₂Äq

Auswirkungen auf die THGE- Vermeidungskosten

- Bei einem Anteil an Körnerleguminosen von 5% an der Ackerfläche, liegen die THGE-Vermeidungskosten zwischen 80 und 180 € je t CO₂Äq
- Vermeidungskosten zwischen 50 und 70 € je t CO₂Äq sind bei Prämien von 160 bis 220 € je ha möglich
- Unterschiede auf Ebene der Bundesländer vorhanden
 - Vergleichsweise hohe Vermeidungskosten im Saarland oder Sachsen-Anhalt
 - Vergleichsweise geringe Vermeidungskosten in Ländern mit hoher Düngungsintensität im Status Quo, z. B. Niedersachsen oder Bayern

Vergleich der THGE-Vermeidungskosten zwischen den Bundesländern



■ **THGE-Vermeidungskosten im Kontext der volkswirtschaftlichen Schadwirkung**

- **Klimakosten je t CO₂Äq betragen mittelfristig bis 2030 etwa 70 € nach einem unteren Schätzwert (UBA 2012)**
 - **Angaben zu volkswirtschaftlichen Schäden der THGE liegen in 2050 bei bis zu 260 € je t CO₂Äq**
 - **Studien zur THG-Steuern kommen zu einem Preisansatz von ca. 80 € je t CO₂Äq zur Erreichung des Pariser Klimaziels (High-Level Commission on Carbon Prices 2017)**
- **Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind Prämien und die damit verbundenen Vermeidungskosten in dieser Größenordnung gerechtfertigt**



■ Minderungspotenzial von THGE und damit verbundene Kosten

- **Vor dem Hintergrund der Vermeidungskosten könnte eine optimale Prämie bei ca. 250 € je ha liegen, was zu einer jährlichen Einsparung von bis zu ca. 1 Mio. t CO₂Äq führt (Szenario 1)**
 - Dies führt zu Vermeidungskosten von ca. 80 € je t CO₂Äq im Bundesdurchschnitt
 - Spanne: Bayern ca. 70 € bis 100 € in Brandenburg
- **Körnerleguminosen können zu vergleichsweise niedrigen THGE-Vermeidungskosten zum Klimaschutz beitragen**

■ Diskussion zur THGE-Vermeidung

- **Klimaschutz muss global gesehen werden**
 - Reine Substitution von Import-Leguminosen durch heimische Leguminosen ist für den Klimaschutz aus globaler Sicht komplex (eventuell sind „nur“ positive Vorfruchtwerte und Emissionen aus dem Transport anrechenbar) → LCA notwendig
- **Verlagerungseffekte bzw. Leakage-Effekte müssen immer beachtet werden** (Fuchs et al. 2020)
 - Steigender Körnerleguminosenanbau würde vor allem Getreide wie Weizen, Roggen oder Gerste verdrängen
 - Gerade Getreideerträge sind außerhalb der EU vielfach deutlich geringer (FAOSTAT 2021)
 - Steigender Importbedarf vs. aktuelle Ernährungstrends: sinkender Fleischverzehr, Nahrungsmittel mit erhöhtem Proteingehalt (Kohlenhydrate vs. Leguminosen-Eiweiß)

■ Betrachtung weiterer Ökosystemleistungen

- **Körnerleguminosen können weitere relevante Ökosystemleistungen erbringen, die bisher nur unzureichend monetär bewertet werden können und deswegen auch nicht bei den Modellrechnungen berücksichtigt wurden**

(Voisin et al. 2014; Magrini et al. 2016; Reckling et al. 2016; Böhm et al. 2020; DAFA 2012; Kremen und Miles 2012)

- Förderung der Biodiversität (Fruchtfolgediversifizierung, Nahrungsangebot für Insekten etc.)
- Phytosanitäre Vorteile (z. B. Unterdrückung von Pflanzenkrankheiten wie Fusarien etc.)
- Grundwasserschutz
- Bodenschutz (verbesserte Bodenstruktur etc.)
- Kulturelle Ökosystemleistungen (vielfältigere Fruchtfolgen)
- ...

■ **Schlussfolgerungen**

- **Eine stärkere Förderung des Anbaus von Körnerleguminosen ist aus Klimaschutzgründen gerechtfertigt**
- **Ein Anbauanteil von 5% Körnerleguminosen ist auf Bundesebene realistisch**
- **Anbauprämien sind ein wichtiger Baustein zur Förderung von Körnerleguminosen**
- **Langfristig erfordert eine nachhaltige Etablierung des Anbaus attraktivere Marktbedingungen (z. B. durch züchterische Fortschritte, höhere Markterlöse oder Etablierung von Logistik- und Wertschöpfungsketten)**
- **Körnerleguminosen müssen künftig noch stärker vor dem Hintergrund weiterer Ökosystemleistungen betrachtet werden**

■ **Schlussfolgerungen**

- **Förderung von Körnerleguminosen könnten neben der zukünftig maßgeblichen Förderung in der ersten Säule als Eco-Scheme auch in der zweiten Säule der GAP als Klimaschutzmaßnahme erfolgen**
- **Klimaschutzprämie für Anbau von Körnerleguminosen sowie Agrarinvestitionsförderung und Marktstrukturverbesserung mit Förderungen für**
 - **Investitionen in Verarbeitungstechnik**
 - **Regionale Wertschöpfungsketten**

■ **Ausblick**



UNIVERSITÄT HOHENHEIM



Literatur

Auburger, S.; Jacobs, A.; Märlander, B.; Bahrs, E. (2016): Economic optimization of feedstock mix for energy production with biogas technology in Germany with a special focus on sugar beets – Effects on greenhouse gas emissions and energy balances. In: Renewable Energy 89, S. 1–11. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.11.042>.

BKG (2018): NUTS regions. Online verfügbar unter <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data.html?p=2>, zuletzt geprüft am 25.03.2020.

BLE (2020a): Bericht zur Markt- und Versorgungslage Futtermittel 2020. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Bonn. Online verfügbar unter https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/Futter/2020BerichtFuttermittel.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 19.02.2021.

BLE (2020b): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2020. Herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bonn. Online verfügbar unter https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Jahrbuch/Agrarstatistisches-Jahrbuch-2020.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2021.

Böhm, H.; Dauber, J.; Dehler, M.; Amthauer Gallardo, D. A.; Witte, T. de; Fuß, R. et al. (2020): Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen: ein Review. In: Journal für Kulturpflanzen 72 (10-11), S. 489–509. Online verfügbar unter doi.org/10.5073/JfK.2020.10-11.01.

DAFA (2012): Fachforum Leguminosen: Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft – Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen, Hrsg. v. Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz. Online verfügbar unter https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn050580.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2021.

FAOSTAT (2021): Crops and livestock products. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, zuletzt geprüft am 31.08.2021

Fuchs, R., Brown, C., Rounsevell, M. (2020): Europe's Green Deal offshores environmental damage to other nations. Nature 586 (7831): 671-673.

Haenel, H.-D.; Rösemann, C.; Dämmgen, U.; Döring, U.; Wulf, S.; Eurich-Menden, B. et al. (2020): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2018: Report on methods and data (RMD) Submission 2020. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen Institut, 448 p, Thünen Rep 77 and Database,. Online verfügbar unter DOI:10.3220/REP1584363708000.

Häußermann, U.; Bach, M.; Klement, L.; Breuer, L. (2019): Stickstoff-Flächenbilanzen für Deutschland mit Regionalgliederung Bundesländer und Kreise – Jahre 1995 bis 2017. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3714_43_202_luftqualitaet_stickstoffbilanz_bf.pdf, zuletzt geprüft am 19.04.2021.



Literatur

High-Level Commission on Carbon Prices (2017): Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. Online verfügbar unter https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53decccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf, zuletzt geprüft am 23.04.2021.

Kremen, C.; Miles, A. (2012): Ecosystem Services in Biologically Diversified versus Conventional Farming Systems: Benefits, Externalities, and Trade-Offs. In: Ecology and Society 17 (4). Online verfügbar unter <http://www.jstor.org/stable/26269237>.

KTBL (2021): Standarddeckungsbeiträge. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL),. Online verfügbar unter <https://daten.ktbl.de/sdb/welcome.do>, zuletzt geprüft am 30.03.2021.

Magrini, M.-B.; Anton, M.; Cholez, C.; Corre-Hellou, G.; Duc, G.; Jeffroy, M.-H. et al. (2016): Why are grain-legumes rarely present in cropping systems despite their environmental and nutritional benefits? Analyzing lock-in in the French agrifood system. In: Ecological Economics 126, S. 152–162. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.03.024>.

Mirsch, Martin (2021): Anbaueignung der Regionen in Deutschland. Deutscher Sojaförderring. Online verfügbar unter <https://www.sojafoerderring.de/anbauratgeber/sojaklima-in-deutschland/karte-anbaueignung-deutschland/>, zuletzt geprüft am 01.04.2021.

Nemecek, T.; Richthofen, J.-S. von; Dubois, G.; Casta, P.; Charles, R.; Pahl, H. (2008): Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. In: European Journal of Agronomy 28 (3), S. 380–393. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.11.004>.

Reckling, M.; Bergkvist, G.; Watson, C. A.; Stoddard, F. L.; Zander, P. M.; Walker, R. L. et al. (2016): Trade-Offs between Economic and Environmental Impacts of Introducing Legumes into Cropping Systems. In: Frontiers in plant science 7, S. 669. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00669>.

Roßberg, D.; Recknagel, J. (2017): Untersuchungen zur Anbaueignung von Sojabohnen in Deutschland. In: Journal für Kulturpflanzen 69 (4), S. 137–145. Online verfügbar unter DOI: 10.1399/JFK.2017.04.02.

UBA (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden – Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Mit Anhängen A und B. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekonomische-bewertung-von-umweltschaeden-0>, zuletzt geprüft am 23.04.2021.

Voisin, A.-S.; Guéguen, J.; Huyghe, C.; Jeuffroy, M.-H.; Magrini, M.-B.; Meynard, J.-M. et al. (2014): Legumes for feed, food, biomaterials and bioenergy in Europe: a review. In: Agronomy for Sustainable Development 34, S. 361–380. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0189-y>.