

Fruchtfolgen mit und ohne Körnerleguminosen

Ein Vergleich aus Niedersachsen

In Niedersachsens Landschaft sind bislang noch weniger Körnerleguminosen als in anderen Bundesländern vertreten, aber der Anbau legt kontinuierlich zu. Der größte Anteil der Anbaufläche (Stand 2026) entfällt auf Ackerbohnen mit 9.500 Hektar (ha), gefolgt von Körnererbsen mit 9.000 Hektar. Der Anbau von Sojabohnen ist mit 2.600 ha auf einen Rekordwert angestiegen und zeigt ein zunehmendes Interesse. Auch wenn das Bundesland nicht als typische Anbauregion für Soja bekannt ist, ermöglicht es die Züchtung von Sorten mit verringertem Wärmeanspruch die Erschließung neuer Gebiete. Seit 2020 waren die Erträge der letzten Jahre für die etablierten Körnerleguminosen wie Erbse und Ackerbohne eher unterdurchschnittlich, dafür zeigten sich Sojabohnen und Süßlupinen anbaustabiler.

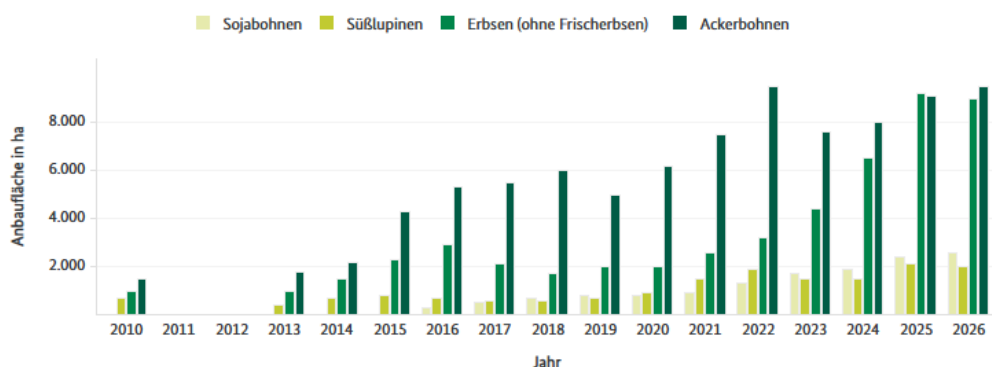


Abb.1 Entwicklung der Anbaufläche von Körnerleguminosen in Niedersachsen (Statistisches Bundesamt Ernte- und Betriebsbericht Feldfrüchte und Grünland, 2026)

Bei der Integration von Körnerleguminosen in die Fruchtfolge sollten nicht nur wirtschaftliche Aspekte, sondern auch die positiven Fruchtfolgewirkungen berücksichtigt werden. Notz et al. (2023) nennen folgende positive Umweltleistungen von Körnerleguminosen: Reduktion der Lachgasemission, des Gebrauchs von N-Düngern und gelegentlich der Reduktion der N-Auswaschung. In einer Untersuchung von Reckling et al. bewirkten die Körnerleguminosen in drei von fünf Regionen einen verminderten Deckungsbeitrag in der Gesamtfruchtfolge, was sich im Hinblick der Ökonomie negativ auf den Anbau widerspiegelte. Im Folgenden wurden die Umweltleistungen und Wirtschaftlichkeit anhand für Niedersachsen typischer Fruchtfolgen genauer betrachtet.



Für die Berechnungen der Umweltleistungen wurden die erarbeiteten Methoden von Inka Notz genutzt und angepasst. Für die Untersuchungen der Umweltleistungen wie Stickstoff-Dünger-Einsatz wurde auf die Funktion der Summierung aller eingesetzten Dünger (synthetisch und organisch) und der Bildung eines Mittelwerts zurückgegriffen. Die Berechnung der möglichen Nitrat-Auswaschung basiert auf einem Modellierungsansatz nach Reckling et al. mithilfe des N-Budget calculator tools, welches nachfolgend auch in das Tool „ROTOR“ umbenannt wurde und online verfügbar ist. Die untersuchten Treibhausgasemissionen wurden mithilfe der IPCC 2006 Tier 2 Methodik und Verfeinerungen im Jahr 2019, sowie regionalen Emissionsfaktoren beispielhaft kalkuliert.

Die ökonomische Bewertung in Form der Kalkulation der variablen Kosten erfolgte mithilfe des Deckungsbeitragsrechners der LfL-Bayern. Die Erlöspreise entstammen der Seite: KTBL-Standarddeckungsbeiträge für Gesamt-Niedersachsen. Diesbezüglich wurden aktualisierte gemittelte Preise aus den Jahren 2020-2022 für jegliche Kosten und regionale Erzeugerpreise angenommen. Es wurden keine Trocknungs- oder Reinigungskosten, sowie sonstige Kosten für Versicherungen berücksichtigt, denn diese sind besonders variabel und schlecht vergleichbar.

Datengrundlage

Bei den berechneten Ergebnissen handelt es sich um beispielhafte konventionelle Fruchtfolgen mit einem jeweils typischen Anbauverfahren aus Gesamtniedersachsen (Beispiel 1,3,4) und Süd-Niedersachsen (Beispiel 2). Die Anbaudaten entstammen den regionalen Erfahrungen aus der Beratung der Landwirtschaftskammer und die Erträge aus den Ergebnissen der Landessortenversuche von 2023.

Es erfolgte eine vergleichende Gegenüberstellung von einer anbauüblichen Referenz Fruchtfolge, gegen Fruchtfolgen mit den gleichen Kulturpflanzen der Referenz plus jeweils einer anderen Körnerleguminose und einem Winterweizen (in B.2+4). In dem Fall sind es die Körnererbse, die Sojabohne, die Ackerbohne. Es handelt sich hierbei ausschließlich um konventionell bewirtschaftete Fruchtfolgen, in denen Wiederholungen von bestimmten Kulturarten (beispielsweise Winterweizen) mit dem gleichen Input, sowie variablen Kosten in Form von Saatgut, Dünger, Maschineneinsatz usw. einberechnet wurden. Es ist ein gleichwertiger Vorfruchtwert von Raps und Körnerleguminose gemäß den durchschnittlichen Werten des LeguAn Berichts (2011-2015) angenommen worden (+0,7 t/ha Ø-Ertragseffekt auf Getreidenachfrucht). Da die wissenschaftliche Grundlage einen Mehrertrag bezüglich des Vorfruchtwerts von Sojabohne nicht eindeutig angibt (Sojaförderring), da weniger symbiontisch fixierter Stickstoff der nachfolgenden Kultur zur Verfügung steht, wurde hier zunächst kein Mehrertrag, dafür eine Reduktion der Kosten durch Vermeidung von intensiver Bodenbearbeitung vor der Getreidesaat angenommen.

Folgende standortspezifische Daten und durchschnittliche ökonomische Daten wurden für die Berechnung verwendet:

Standorteigenschaften	Wert	
Region	Gesamt-Niedersachsen (Beispiel 1,3,4) Süd-Niedersachsen (Beispiel 2)	
Bodentyp	sandiger Lehm	
Ackerzahl	75 (Mittelwert)	
Jahresniederschlag	650 mm	
Erträge/Preise	in dt/ha	€/dt
Winterweizen/(nach Soja): nach Leguminosen/ Blattfrucht	81	23,6
	88 (+7 dt/ha)	
Wintergerste nach Leguminosen/Blattfrucht	69	22,0
	75 (+7 dt/ha)	
Winterraps	37	50,4
Zuckerrübe	774 FM	3,8
Körnermais	85	23,2
Körnererbsen	37	27,1
Sojabohnen	25	43,7
Ackerbohnen	44	27,1

Tabelle 1: Standorteigenschaften, Erträge und Preise

Ergebnisse von regionalen Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen - Körnererbse

In der vergleichenden Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Integration der Körnererbse in die Referenzfruchtfolge bestehend aus: Winterweizen, Winterraps, Winterweizen, Zuckerrübe zeigt sich dahingehend ein negativer Effekt. Bei einem beschriebenen hohen Ertragspotenzial der Getreidekulturen kann bezüglich der Integration ein Verlust von -104 €/ha hinsichtlich des mittleren Deckungsbeitrags festgestellt werden (Tabelle 2). Aufgrund des hohen Ertragsniveaus konnte der Proteinерtrag nicht wie in der Regel gesteigert werden, sondern fällt negativ (-4 %) aus. Der Energieertrag liegt dahingehend sogar bei -14 % oder - 23 GJ/ha niedriger als die Referenz. Einen deutlich positiven Einfluss zeigte die Einbindung der Körnerleguminose hinsichtlich der Leistungen für die Umwelt, wie die Einsparung von eingesetzten Stickstoff-Dünger um -17 %. Es kann sowohl zur Leguminose an sich als auch zur nachfolgenden Kulturpflanze eingespart werden und dadurch auch die mögliche Nitrat Auswaschung um -9 % unter den gegebenen Standorteigenschaften reduziert werden. Die potenzielle mittlere THG-Emission aus Düngung, Ernterückständen, Auswaschung konnte um -16 % oder -166 kg CO₂-Äquivalente/ha/Jahr ermittelt werden.

Tabelle 2. Vergleich von typischen Fruchtfolgen und die Integration von Körnererbse (Beispiel 1)

Fruchtfolgen	Ökonomie			Umweltleistungen		
	Deckungs- beitrag (€/ha)	Protein Ertrag (kg/ha)	Energie Ertrag (GJ/ha)	N- Dünger Einsatz (kg/ha)	Gesamt- Emission IPCC (kg CO ₂ -Äqu. /ha)	NO ₃ Aus- waschung (kg/ha)
WWE -WRA-WWE - ZRU	1122 (100%)	1022 (100%)	172 (100%)	151 (100%)	1231 (100%)	38 (100%)
WWE -WRA-WWE- ZRU WWE-FER	1018 (-9%)	982 (-4%)	149 (-14%)	126 (-17%)	1065 (-16%)	35 (-9%)

Legende: WWE: Winterweizen, WRA: Winterraps, ZRU: Zuckerrübe, FER: Körnererbse (Sommer)

Ergebnisse von regionalen Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen - Sojabohne

Im zweiten Vergleich wird eine Fruchtfolge in der Referenz mit Körnermais ergänzt und im Vergleich die Sojabohne als Leguminose berechnet. Als bisher möglich wird dieser Vergleich eher für wärmere Standorte wie es in Süd-Niedersachsen der Fall ist angesehen. Eine N-Fixierungsleistung der Sojabohne von 128 kg N/ha, bei einem

Ertragsniveau von 2,5 t/ha wurde angenommen. Es zeigte sich ebenfalls ein niedrigerer Deckungsbeitrag (-90€/ha) für die Soja-Fruchtfolge. Ebenfalls der Protein- (-2%) und Energieertrag (-15%) ist geringer. Aber hinsichtlich der Umweltleistungen, zeigte sich auch hier ein deutliches Einsparungspotenzial des N-Dünger Einsatzes (-29%), der THG-Emissionen nach IPCC (-18%) und eine mögliche reduzierte NO₃ Auswaschung (-6%) innerhalb der Fruchtfolge.

Tabelle 3. Vergleich von typischen Fruchtfolgen und die Integration von Sojabohne (Beispiel 2)

Fruchtfolgen	Ökonomie			Umweltleistungen		
	Deckungsbeitrag (€/ha)	Protein Ertrag (kg/ha)	Energie Ertrag (GJ/ha)	N-Dünger Einsatz (kg/ha)	Gesamt-Emission IPCC (kg CO ₂ -Äqu./ha)	NO ₃ Auswaschung (kg/ha)
ZRU - WWE-KMA - WWE	1048 (100%)	1011 (100%)	182 (100%)	169 (100%)	1282 (100%)	37 (100%)
ZRU - WWE-KMA - SOY-WWE	931 (-11%)	973 (-4%)	152 (-16%)	131 (-22%)	1075 (-16%)	36 (-3%)

Legende: WWE: Winterweizen, ZRU: Zuckerrübe, KMA: Körnermais, **SOY: Sojabohne**

Ergebnisse von regionalen Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen - Ackerbohne

Im dritten Vergleich wurde als Referenz eine konventionelle Standardfruchtfolge bestehend aus Winterweizen, Wintergerste und Winterraps mit derselben durch Ackerbohne erweiterten Fruchtfolge verglichen. Bei einem erreichten Ertragspotenzial von 4,4t/ha der Bohne und maximalen N-Fixierungsleistung von 218kg N/ha, zeigt sich ein ähnlich unwirtschaftlicher Deckungsbeitrag von -79 €/ha. Positiv fällt der Proteinерtrag auf, der sich um +3 % erhöht hat. Hinsichtlich des Energieertrags jedoch, lohnt sich ebenfalls die Integration nicht (-3 %). Alle drei untersuchten Parameter der Umweltleistungen zeigten dagegen den deutlich positiven Einfluss hinsichtlich der Einsparungen von N-Dünger (-13 %), THG-Emissionen aus der Düngung (-28 %) und NO₃ Auswaschung (-10 %). Die Untersuchung unterstreicht die regionale Vorzüglichkeit des Ackerbohnenanbaus im Körnerleguminosenvergleich.

Tabelle 4. Vergleich von typischen Fruchtfolgen und die Integration von Ackerbohnen (Beispiel 3)

Fruchtfolgen	Ökonomie			Umweltleistungen		
	Deckung s-beitrag (€/ha)	Protein Ertrag (kg/ha)	Energie Ertrag (GJ/ha)	N- Dünger Einsatz (kg/ha)	Gesamt- Emission IPCC (kg CO ₂ -Äqu. /ha)	NO ₃ Aus- waschung (kg/ha)
WWE-WGE-WRA	1034 (100%)	790 (100%)	116 (100%)	176 (100%)	1326 (100%)	45 (100%)
WWE- FBA - WGE-WRA	955 (-8%)	814 (+3%)	113 (-3%)	156 (-13%)	1040 (-28%)	41 (-10%)

Legende: WWE: Winterweizen, WRA: Winterraps, WGE: Wintergerste, **FBA: Ackerbohne (Sommer)**

Chemischer Pflanzenschutzinsatz

Auf Grundlage der Anbau-Empfehlungen aus Beratung der Landwirtschaftskammer Niedersachsen wurde der Behandlungsindex untersucht. Dieser gibt an, wie viele Pflanzenschutzmaßnahmen auf einer Fläche durchgeführt werden, in Berücksichtigung der eingesetzten Aufwandmenge im Verhältnis der Standarddosis. Für die unterschiedlichen Fruchtfolgen wurde die Integration der verschiedenen Körnerleguminosen hinsichtlich des Behandlungsintensität (BI) untersucht. Dabei wurde nicht in eine intensive und reduzierte BI unterschieden. In den Ergebnissen des Vergleichs (Abb.2) zeigt sich eine insgesamt um -8 % oder 0,38 BI niedrigere Behandlungsintensität im Mittelwert durch die Integration. Der Effekt richtet sich nach dem Anteil an Körnerleguminosen oder anderen weniger intensiv zu behandelnden Kulturpflanzen, wie beispielsweise der Körnermais und intensiv geführten Pflanzen sowie deren Anteil, wie ein Winterraps. So liegt die höchste Intensität insgesamt in der jeweiligen Referenz im Beispiel 3 (ca. 5,8 BI/ha), nachfolgend vom Beispiel 1 (ca. 4,9 BI/ha) und Beispiel 2 (ca. 3,8 BI/ha). Im Vergleich der Leguminosen liegt das größte Potenzial bei der Sojabohne, wo die Werte der Einsparung bei ca. -8 % bis zu -23 % liegen.

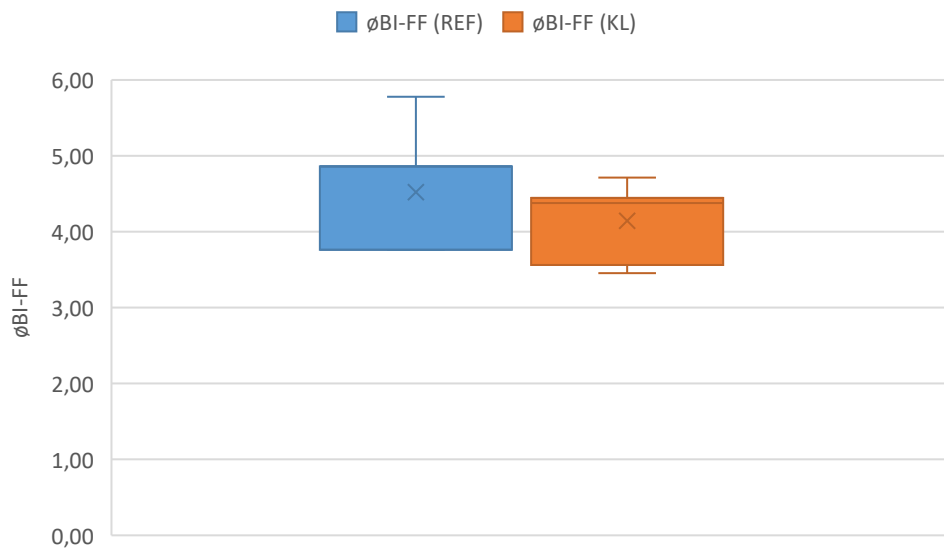


Abb.2 Vergleich der Integration von Körnerleguminosen in der Fruchtfolge für Niedersachsen hinsichtlich des Behandlungsindex (BI)

Bedeutung politischer Anreize, wie die Ökoregelung 2 „vielfältige Fruchtfolge“ und wirtschaftliche Szenarien

Die Wirtschaftlichkeit ist ein entscheidender Faktor, wenn es darum geht, Körnerleguminosen anzubauen. Seit vielen Jahren wird der ökonomische und ökologische Nutzen des Anbaus von Leguminosen in Deutschland diskutiert. Betrachtet man ausschließlich den Deckungsbeitrag der einzelnen Kultur, schneiden sie häufig schlechter als andere Kulturen ab. Im Rahmen der neuen gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union, wurde eine Möglichkeit der Honorierung des Leguminosen Anbaus durch die Ökoregelung 2 „Vielfältige Kulturen im Ackerbau“ für den Zeitraum 2023-27 ins Leben gerufen. Diese Regelung fördert die Umsetzung einer erweiterten Fruchtfolge mit mindestens fünf Hauptkulturen und spezifischen Anbauteilen, einschließlich eines Leguminosenanteils. Die Wirkung auf die Wirtschaftlichkeit wurden in Beispiel 4 dargestellt. Aus der ökonomischen Perspektive kann sich die Miteinbeziehung der Förderungen wie Einkommensgrundstützung, die Umverteilungsprämie und die benannte Ökoregelung wirtschaftlich rechnen. Denn entsprechend den Kalkulationen konnte hinsichtlich des Deckungsbeitrags die Differenz auf -2 % für die Körnererbse, -1 % für die Sojabohne reduziert und auf +2 % für die Ackerbohne erhöht werden.

Tabelle 5. Vergleich von typischen Fruchtfolgen und die Integration von verschiedenen Körnerleguminosen (Beispiel 4) – Ökoregel 2 kompatibel „vielfältige Fruchtfolge“

Fruchtfolgen	Ökonomie		
	Deckungs- beitrag inkl. GAP (€/ha)	Protein Ertrag (kg/ha)	Energie Ertrag (GJ/ha)
WWE -WRA-WWE -WGE-ZRU	1255 (100%)	962 (100%)	161 (100%)
WWE -WRA-WWE-WGE-ZRU- WWE-FER	1236 (-2%)	944 (-2%)	144 (-10%)
WWE -WRA-WWE-WGE-ZRU- WWE-SOY	1242 (-1%)	955 (-7%)	143 (-11%)
WWE -WRA-WWE-WGE-ZRU- WWE-FBA	1282 (+2%)	994 (+3%)	146 (-9%)

Legende: WWE: Winterweizen, WRA: Winterraps, ZRU: Zuckerrübe, FER: Körnererbse (Sommer), SOY: Sojabohne, FBA: Ackerbohne (Sommer)

Dass politische Anreize wie die Ökoregelung 2 den Anbau von Körnerleguminosen unterstützen können, zeigt ein Szenario der vorher untersuchten Fruchtfolgen hinsichtlich des gestuften Mehrertrags (Abb. 3). Der bereinigte Deckungsbeitrag ohne Förderungen der GAP (23-27), würde einen Mehrertrag von +20 % oder ca. 53 dt/ha der Ackerbohne und ca. +50 % Ertrag oder 37 dt/ha der Sojabohne, sowie +60 % oder 60 dt/ha der Körnererbse in dem Anbausystem benötigen, um mit der Referenzfruchtfolge wirtschaftlich mithalten zu können. Durch Einberechnung der aktuellen Förderungen und insbesondere der Ökoreglung 2 verschiebt sich die ökonomische Situation, zugunsten eines potenziell rentablen Anbaus der Ackerbohne, auch bei 0 % Mehrertrag oder 44 dt/ha. Für den Anbau von Sojabohnen würden bereits +10 % Ertrag oder 27 dt/ha und +15 % Mehrertrag oder 43 dt/ha für die Körnererbse ausreichen. Es handelt sich dabei um eine beispielhafte Potenzialanalyse und unterliegt vielen ökonomischen Variablen.

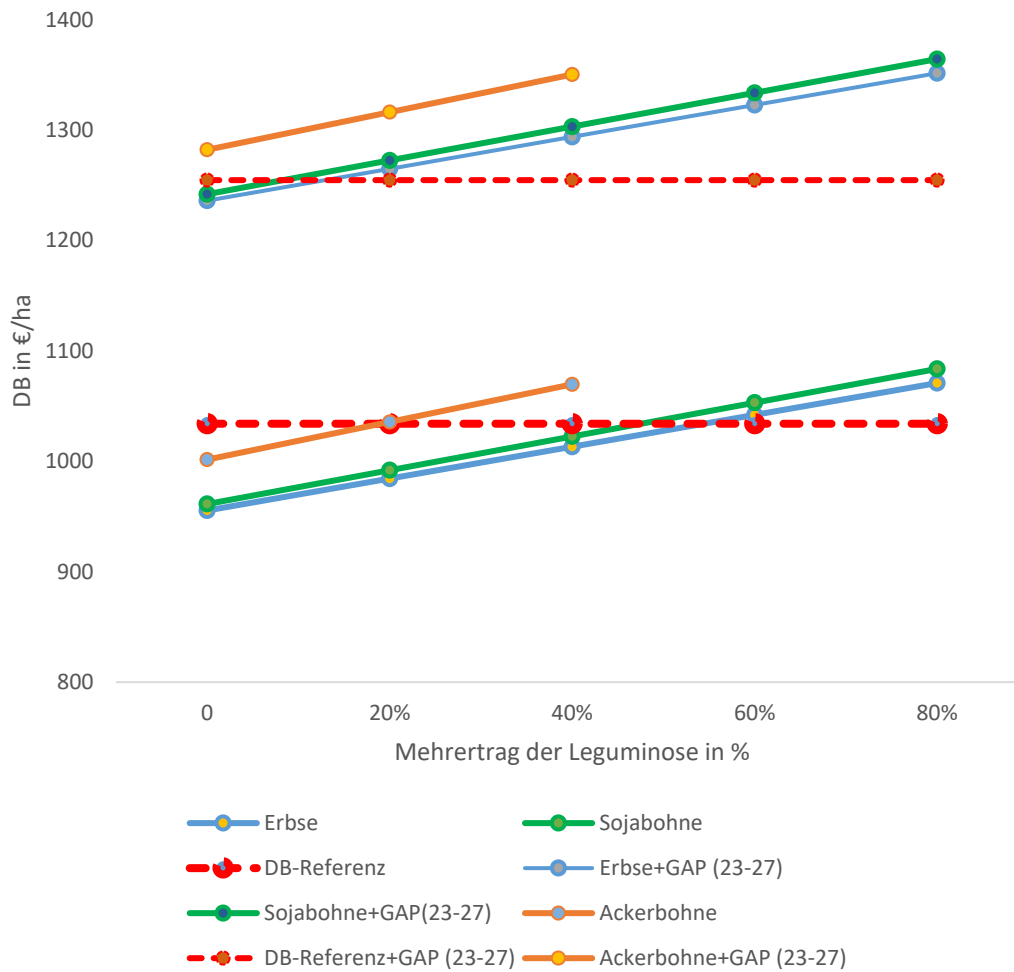


Abb.3 Szenario mit gestufter Mehrertrag der Körnerleguminosen in der Fruchtfolge für Niedersachsen

Hinweise zur Methode

Die betrachteten Umweltleistungen fallen in Abhängigkeit von externen Faktoren, wie den Boden- und Klimabedingungen, sowie des jeweiligen (Referenz-)Anbausystems sehr unterschiedlich aus. Die im Beispiel verwendeten Management- und Ertragsdaten wurden hauptsächlich auf Grundlage der Empfehlungen und Erfahrungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zusammengestellt. Die Ergebnisse sind stark preis- und ertragsabhängig. Vorfruchteffekte wurden berücksichtigt. Dabei wurden der Winterraps und die meisten Körnerleguminosen als ertragsfördernd für die Nachfrüchte eingestuft. Es sollten die entsprechenden Stellungen in der Fruchtfolge und Anbaupausen beachtet werden. Trocknungs- oder Reinigungskosten wurden nicht berücksichtigt. Zwischenfrüchte wurden in diesem Vergleich vor den Anbau von Sommerungen eingebaut, aber speziell in diesem Beispiel vor Körnerleguminosen weggelassen, um die Vorteile einer besseren Erwärmung des Bodens zu nutzen (regionale Erfahrung der Landwirtschaftskammer).

Quellen

BMEL 2026-Statistik: Hülsenfrüchte

Notz I, Topp CFE, Schuler J, Alves S, Gallardo LA, Dauber J, Haase T, Hargreaves PR, Hennessy M, Iantcheva A, Jeanneret P, Kay S, Recknagel J, Rittler L, Vasiljević M, Watson CA, Reckling M (2023) Transition to Legume-Supported Farming in Europe through Redesigning Cropping Systems. *Agron Sustain Dev* 43 (1):12.

Reckling M, Bergkvist G, Watson CA, Stoddard FL, Zander PM, Walker R, Pristeri A, Toncea I, Bachinger J (2016) Trade-Offs between Economic and Environmental Impacts of Introducing Legumes into Cropping Systems. *Frontiers in Plant Science* 7:669.

ROTOR (2013): J. Bachinger, P. Zander, M. Reckling – ZALF/Research/Software

LfL (2024) Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten und DB-Plus - LfL (bayern.de).

Erlöspreise aus KTBL-Standarddeckungsbeiträgen für Niedersachsen
(Mittelwerte aus 2020-2022)

Landessortenversuche 2023: Ackerbohnen, Körnererbsen, Sojabohnen:
Landwirtschaftskammer Niedersachsen (lwk-niedersachsen.de)

Erträge: Beratungsempfehlungen der LWK Niedersachsen und Erfahrungen aus
Beratung und Versuchen

LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskonzepte für funktionelle
Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur
Nutzung – Arbeitspakete 2 und 7- Bernhard C. Schäfer, Jürgen Braun, Sascha Rohn,
Petra Zerhusen-Blecher, Dorothee Kramps-Alpmann (Laufzeit: 10/2011
03/2015)BMEL 2024- Anpassungen der Öko-Regelungen ab 2024

Sojaförderring: Anbauratgeber: Fruchtfolge: Fruchtfolgestellung (2023)

Ansprechpartner:

ZALF Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V.

Martin Kind

Eberswalder Straße 84

15374 Müncheberg

Tel: 033432-82-237

E-Mail: martin.kind@zalf.de