

UFOP-Praxisinformation

Fruchtfolgewert von Körner- leguminosen

Autoren:

Prof. Dr. Norbert Lütke Entrup
Universität Paderborn

Dr. Hubert Pahl
Technische Universität München

Dr. Reinhard Albrecht,
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft



ufop

UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN E.V.

Reinhardtstraße 18 · 10117 Berlin
Tel.: 030/31 90 44 34 · Fax: 030/31 90 44 85 · www.ufop.de

ufop

UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN E.V.

Erstauflage 2001 • aktualisierte Auflage 2003

Bedeutung der Körnerleguminosen

Für die Fütterung der verschiedensten Nutztierarten und für die Ernährung aller Lebewesen ist das Eiweiß von außerordentlicher Bedeutung. Das Verbot der Verwendung von Tiermehl hat dafür gesorgt, dass über den Einsatz von heimischen pflanzlichen Eiweißträgern in der Mischfutterherstellung und Tierfütterung intensiver nachgedacht wird. Mehr als zwei Drittel des pflanzlichen Eiweißes für die Fütterung von Rindern, Schweinen und Geflügel werden importiert. Im Wirtschaftsjahr 1999/2000 belief sich der gesamte Futterverbrauch in der EU-15 auf rund 394 Mio. t. Der Proteingehalt (Roheiweiß) des Futters betrug etwa 64 Mio. t, davon entfielen 59 % auf Handelsfuttermittel und 41 % auf das Rauhfutter als wichtigste Proteinquelle. Der Anteil von Schrotten in den Roheiweißquellen betrug ca. 33 %. Dazu zählen auch die heimischen Körnerleguminosen, deren Anteil noch deutlich gesteigert werden kann.



Welche Körnerleguminosen anbauen?

Für die Anbauentscheidung sind die Standortverhältnisse von ausschlaggebender Bedeutung. **Körnererbsen** bevorzugen humose Lössböden und humose lehmige Sandböden mit guter Wasserversorgung. Der pH-Wert sollte je nach Bodenart 6,2 bis 7,0 betragen. Tonige Böden, trockene Sandböden, Standorte mit stauender Nässe und hohem Steinbesatz (Erntetechnik!) eignen sich nicht für den Anbau. In feuchten Lagen besteht erhöhte Gefahr des Auftretens von Pilzkrankheiten (Brennflecken, Botrytis). Hohe Niederschläge fördern die Verunkrautung und verzögern die Reife. Im Jungpflanzenstadium werden Fröste bis $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, in späteren Entwicklungsstadien Spätfröste kaum noch vertragen.

Ackerbohnen bevorzugen Standorte mit sicherer Wasserversorgung und tiefgründigen, kolloidreichen Böden. Kalk- und humusreiche Lehm- und Tonböden in niederschlagsreichen und luftfeuchten Lagen bieten gute Voraussetzungen. Zwischen Bodengüte (Ackerzahl) und Ertrag besteht eine deutliche Beziehung. Flächen mit Ackerzahlen >50 sind empfehlenswert. Ungeeignet sind staunasse Gleyböden, flachgründige Verwitterungsböden und trockene lehmige Sandböden. Die pH-Werte sollten 6,6 bis 7,2 betragen. Die Frostverträglichkeit ist gut. Sehr frühe Aussaaten (Februar) sind möglich und nutzen die Vegetationszeit zur Ertragsbildung aus.

Alkaloidarme Lupinenarten unterscheiden sich in den Standortansprüchen, der Anbautechnologie und in der Menge und Qualität des Erntegutes. Sie besitzen tiefreichende Pfahlwurzeln und die intensive Durchwurzelung bewirkt ein ausgeprägtes Aneignungsvermögen für Nährstoffe. Die

Stickstoffakkumulation und der Fruchtfolge-Gesundungswert führen zu einem hohen Vorfruchtwert. Die **Gelbe Lupine** gedeiht noch auf Sandböden (pH 4,6 bis 6,0) bei geringen Niederschlägen und ist trocken tolerant. Kalkreiche, staunasse Böden sind nicht geeignet. Die **Blaue Lupine** ist weniger wärmebedürftig und frostempfindlich, die Boden- und Wasseransprüche sind höher, die Vegetationszeit kürzer, die Anfälligkeit für Anthracnose ist geringer, und die Erträge – auch auf extremen Sandböden – sind höher als bei der Gelben Lupine, weshalb sich diese Art stärker durchsetzen wird. Die **Weißer Lupine** hat die längste Vegetationszeit und die höchsten Wärmeansprüche. Auf nasskalte Witterung, pH-Wert oberhalb 6,8 und Wassermangel während der Blüte reagiert sie empfindlich. Günstig für die Ertragsbildung sind warme, trockene Lagen mit geregelter Wasserhaushalt (Schwarzerden).

Anbauhinweise für Körnerleguminosen

Fruchtart	Saatzeit	Saatmenge keimfähige Körner/m ²	Saattiefe cm
Körnererbsen	ab Anfang März, so früh wie möglich	70 – 90	4 – 6
Ackerbohnen	ab Februar, so früh wie möglich	40 – 55	7 – 10
Gelbe Lupinen	Ende März – Mitte April, je nach Sortentyp	80 – 100	2 – 5
Blaue Lupinen	März – Mitte April, je nach Sortentyp *	90 – 140	2 – 5
Weißer Lupinen	Mitte März – Mitte April	60 – 70	2 – 5

* Verzweigungstypen früh (bis Ende März) mit 90 bis 100 keimfähigen Körnern/m², endständige Typen bis Mitte April mit 120 bis 140 keimfähigen Körnern/m² aussäen

Quelle: nach Agrarprofi M-V (1999)

Fruchtfolgegestaltung und Anbauhäufigkeit



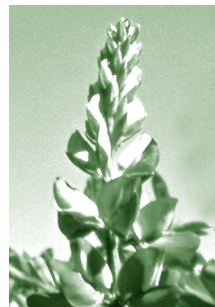
Körnererbsen sind gekennzeichnet durch das geringe Vermögen zur Unkrautunterdrückung, die starke Gefährdung durch Schaderreger und die Selbstunverträglichkeit, die zu Anbaupausen von 5 bis 6 Jahren führt, um der „Erbsenmüdigkeit“ vorzubeugen.

Zu häufiger Anbau bewirkt Keimungsanomalien, Aufgangsstörungen und verringertes Wurzelwachstum; Ertrag und Wüchsigkeit nehmen durch Pilze und Nematoden ab, ebenso die Zahl der Bakterienknöllchen. Im Vergleich zur 6-jährigen Anbaufolge sinkt der Ertrag bei Selbstfolge um 25 bis 50 %. Als Vorfrüchte sind alle Getreidearten, Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben geeignet. Gleiches gilt für Zwischenfrüchte nach Getreide. Andere Leguminosen sollten in der Fruchtfolge nicht enthalten sein. Als Nachfrüchte nach Körnererbsen kommen alle Winterungen sowie Sommer- und Winterzwischenfrüchte in Betracht. Sommerungen (ohne Zwischenfrüchte) scheiden aus, da sie das hohe N-Angebot nach Körnerleguminosen nicht verlustarm in Ertrag umsetzen können.

Ackerbohnen fügen sich gut in getreide- und maisbetonte Fruchtfolgen mit geringen Ansprüchen an die Vorkultur ein und mindern Infektionspotenziale ertragsbegrenzender spezifischer Fußkrankheiten. Anbau-



pausen von 4 bis 5 Jahren sind einzuhalten, um die Anreicherung bodenbürtiger Krankheitserreger und Schädlinge zu vermeiden. Das hohe Stickstoffangebot nach Ackerbohnen erfordert den unverzüglichen Einbau in pflanzliche Trockenmasse durch Winterungen oder Zwischenfrüchte (Stoppel-, Untersaaten). Vorfruchteffekte sind neben der Stickstofflieferung die Bodengare und phytosanitäre Effekte.



Lupinen stellen als N-Sammler und Phosphaterschließer an die Vorfrucht keine besonderen Anforderungen. Der Vorfruchtwert resultiert aus dem Nährstoffaufschluss, der starken Wurzelbildung und der physikalischen Bodenverbesserung. Anbaupausen von 3 bis 4 Jahren sind erforderlich, günstiger sind weitere Anbaufolgen. Die Rückstände an mineralisierbarem Stickstoff sind beachtlich.



Vorfruchtwert von Körnerleguminosen

Die Integration von Körnerleguminosen in Fruchtfolgen verändert das Anbausystem in seinen Wechselbeziehungen und Leistungen. Die größte Bedeutung hat die N₂-Fixierung und die Bereitstellung verfügbaren Stickstoffs für die Folgekulturen. Weitere Vorfruchtwirkungen sind die Humuslieferung, die Verbesserung der Bodenstruktur, die Bodengare, die Zunahme des Bodenlebens u. a. Diese Vorfruchtwirkungen haben Ertragseffekte zur Folge, die ökonomisch zu bewerten und den Leguminosen zuzurechnen sind.

Der relative Vorfruchtwert von Blatt- und Halmfrüchten ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Im Vergleich zu allen anderen angegebenen Kulturen sind Körnerleguminosen im Vorfruchtwert nicht zu übertreffen.

Relativer Vorfruchtwert von Blatt- und Halmfrüchten für Winterweizen
(Korntrag Weizen 100 = 68,7 dt/ha)

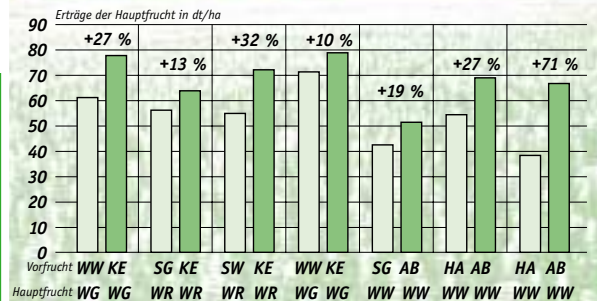
Vorfrucht	Vorfrucht								
	Körnerleguminosen	Zuckerrüben	Kartoffeln	Winterraps	Silomais	Hafer	Sommergerste	Wintergerste	Winterweizen
Blattfrucht	100	94	93	91	88	95	83	79	79
Halmfrucht	97	91	90	89	86	83	80	75	75

Quelle: nach Baeumer (1992)

Im Folgenden werden einige Untersuchungsergebnisse zusammengefasst, welche die Vorfruchtwirkungen der Körnerleguminosen unterstreichen.

Vorfruchtwirkungen von Körnerleguminosen im Vergleich zu Getreide

(Verschiedene Standorte, Bewirtschaftungssysteme und Autoren)



Anmerkungen: WW = Winterweizen, WG = Wintergerste, WR = Winterroggen, SG = Sommergerste, HA = Hafer, KE = Körnererbsen, AB = Ackerbohnen

Quelle: nach Saaten Union (1998)

Wie aus der Grafik hervorgeht, zeigen nicht nur Winterweizen, sondern auch andere Getreidearten deutliche Mehrerträge, wenn sie in der Fruchtfolge nach Körnerleguminosen stehen. Gleichzeitig wird auch die große Schwankungsbreite der möglichen Mehrerträge deutlich (ca. 7 bis 18 (28) dt/ha). Die Wirkungen von Körnerleguminosen hängen außerdem von der Düngung der Nachfrucht ab. Ohne mineralische Stickstoffdüngung – wie im ökologischen Landbau – sind die Mehrerträge nach Leguminosen besonders hoch. Mit steigendem N-Düngereinsatz verringern sich die vorfruchtbedingten Ertragsunterschiede.

Auch in Versuchen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft sind auf mittleren Ackerstandorten bei praxisüblicher Bewirtschaftung hohe Vorfruchtwerte von Körnerleguminosen ermittelt worden (s. nachfolgende Übersicht).

Ertragsleistung von Getreide nach Getreide und Körnerleguminosen sowie N-Düngereinsparung
(Versuchstandorte Dornburg und Heßberg, Thüringen)

Prüfkultur	Ertrag nach Getreide dt/ha	Mehrertrag nach Leguminosen dt/ha	Einsparung an N kg/ha
Versuch 1			
Winterweizen	69,7	+ 12,7	29
Triticale	75,2	+ 12,6	22
Sommergerste	50,4	+ 14,3	27
Versuch 2			
Winterweizen	78,2	+10,4	15
Wintergerste	76,6	+ 6,7	8
Versuch 3			
Winterweizen	90,6	+ 9,5	5

Quelle: nach Albrecht (2000)

Im Mittel der Versuche betrug der Mehrertrag von Winterweizen als erste Nachfrucht nach Leguminosen 10,9 dt/ha, verglichen mit dem Ertrag nach Getreide-Vorfrucht. Die Prüfung von Getreide als zweite Nachfrucht nach Getreide und Leguminosen lieferte nochmals Mehrerträge nach Leguminosen in Höhe von 5,7 dt/ha bei Wintergerste und 4,1 dt/ha bei Sommergerste. Neben den Mehrerträgen ist auch eine höhere N-Verfügbarkeit festzustellen, welche sich aus praktischer Sicht in der Einsparung dieses Nährstoffes

niederschlägt. Maßgeblich für die Höhe der N-Einsparung ist vor allem die Höhe der Jahresniederschläge und die Sorptionsfähigkeit des Bodens.

Generell ist festzuhalten, dass die Vorfruchtwirkungen von Körnerleguminosen in der Regel umso größer sind, je einseitiger die Fruchtfolgen und je geringer die Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit eines Standortes sind.

Neben den zusätzlichen Naturalerträgen sind auch Erleichterungen bei der Bodenbearbeitung sowie arbeitswirtschaftliche Effekte zu berücksichtigen. Arbeitsspitzen werden gebrochen, der geringe Arbeitszeitbedarf der Körnerleguminosen (5 bis 8 AKh/ha) wird relativ hoch verwertet, die Maschinenausnutzung steigt an.



Ökonomische Bewertung des Vorfruchtwertes

Die monetäre Bewertung der Vorfruchtwirkungen von Körnerleguminosen ist angesichts der großen Ertragschwankungen nicht ganz einfach. Einen Anhaltspunkt über die möglichen Größenordnungen kann jedoch die nachfolgende stark vereinfachte Kalkulation geben.

Kalkulation des Vorfruchtwertes beim Anbau von Körnerleguminosen

Vorfruchtwirkungen	Quantifizierung	Wert in €/ha
Mehrerträge der Folgefrucht Winterweizen/Wintergerste ¹⁾	4 bis 12 dt/ha	35 bis 105
Einsparung an N-Dünger zur Folgefrucht ²⁾	40 bis 80 kg/ha	23 bis 45
Verringerter Aufwand für Bodenbearbeitung durch Garebildung bis hin zur pfluglosen Bestellung ³⁾		20 bis 60
Summe des Vorfruchtwertes (Spannweite)		78 bis 210
Summe des Vorfruchtwertes (Mittel)		144

Erläuterungen:

- ¹⁾ Mehrerlös 11,00 €/dt abzügl. 2,50 €/t für anteiligen Nährstoffentzug sowie Trocknung etc.
- ²⁾ 0,55 €/kg frei Wurzel (die N₂-Fixierung kann je nach Ertrag, Standort und Jahr 80 bis über 120 kg/ha N betragen)
- ³⁾ Einsparung einer Grubberbearbeitung bzw. der Pflugfurche

Quelle: nach Pahl (1998)

Wie aus einer weiteren Untersuchung (s. nachfolgende Übersicht) hervorgeht, wäre dieser monetäre Vorfruchtwert im Einzelfall noch höher anzusetzen, insbesondere wenn zusätzlich noch Fungizidmaßnahmen eingespart werden können.

Einfluss unterschiedlicher Vorfrüchte auf den Ertrag von Winterweizen im Vergleich zur Selbstfolge von Winterweizen

Vorteil gegenüber Selbstfolge Weizen	Vorfrucht Leguminose Pflanzenbau – GbR Böhnsen 1998 €/ha	Vorfrucht Winterraps (nach DSV 1998) €/ha
Mehrertrag des Weizens	60 bis 100	40 bis 80
Fungizideinsparung	50	20
Pfluglose Bestellung	25	25
Kosteneinsparung durch Fruchtfolgedüngung	50	10
Gesamt	185 bis 225	95 bis 135

Quelle: nach Metz und Garmhausen (2000)

Legt man die Fruchtfolgeversuche in Thüringen (s. Ergebnisse nach Albrecht, 2000) zu Grunde, so ergeben sich durch die Mehrerträge im Durchschnitt Mehrerlöse von etwa 125 €/ha bei der ersten und ca. 50 €/ha bei der zweiten Nachfrucht sowie eine Einsparung von Stickstoffdünger im Wert von rund 8 €/ha. Wenn die Kosten für Nährstoffentzug und Aufbereitung (ca. 25 €/ha) die im Allgemeinen niedrigeren Bodenbearbeitungskosten nach Leguminosen kompensieren, so dürfte der Vorfruchtwert über die zwei Folgefrüchte mit mindestens 175 €/ha anzusetzen sein.

Die ökonomische Leistung von Körnerleguminosen beschränkt sich also nicht nur auf die Folgefrucht, sondern hat auch Rückwirkungen auf die zweite Folgefrucht und letztlich die gesamte Fruchtfolge. Eine einfache Deckungsbeitragsrechnung für die Einzelkulturen einer Fruchtfolge



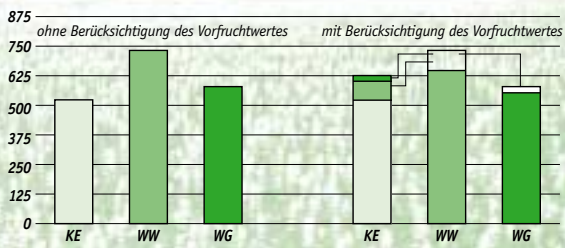
wird den Wechselbeziehungen in einem Anbausystem nicht gerecht. Zweckmäßig wäre deshalb die Berechnung von Fruchtfolge-Deckungsbeiträgen, um die Leistungen der Systeme besser zu erfassen, oder wenigstens eine entsprechende Änderung der jeweiligen Deckungsbeiträge um die erzielbaren Fruchtfolgewerte.

Ein wesentlicher Punkt ist nämlich, dass die monetäre Vorfruchtwirkung praktisch nicht beim Deckungsbeitrag der Körnerleguminosen erscheint, sondern bei den Nachfrüchten. Viele Landwirte sehen demzufolge die Wettbewerbskraft der Kulturen so, wie sie auf der linken Seite der nachfolgenden Grafik dargestellt ist.

Tatsächlich sollten die Landwirte jedoch die rechte Seite der Grafik im Auge haben, wenn sie über die Zusammensetzung der Fruchtfolge entscheiden. Wie daraus zu entnehmen ist, sind die ursprünglichen Deckungsbeiträge insoweit berichtigt, als der hier mit 100 €/ha angenommene Vorfruchtwert auch tatsächlich der Körnerleguminose zugerechnet worden ist. Entsprechend verringern sich die Deckungsbeiträge der ersten und zweiten Nachfrucht.

Bei Berücksichtigung dieser Zusammenhänge können die Körnerleguminosen in vielen Betrieben mit ertragsschwächeren Getreidearten konkurrieren.

Zur Berücksichtigung von Vorfruchtleistungen in Fruchtfolgen mit Körnerleguminosen



Anmerkung: Der Vorfruchtwert bei Körnerleguminosen ergibt sich aus Mehrerträgen der Folgefrüchte, Einsparungen von N-Dünger und verringertem Aufwand für die Bodenbearbeitung

KE = Körnererbsen, WW = Winterweizen, WG = Wintergerste

Quelle: nach Pahl (1996)

Leguminosen in pfluglosen Anbausystemen

Leguminosen leisten neben anderen Blattfrüchten einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen und erfolgreichen Durchführung der pfluglosen Bodenbewirtschaftung. Die hinterlassene Bodengare, die zügige N-Nachlieferung und die geringen und schnell verrottenden Erntereste bieten ideale Voraussetzungen für die Mulch- und Direktsaat.

Folgende Besonderheiten sind zu beachten:

- Keine saattechnischen Probleme nach Körnerleguminosen;
- Unterbrechung der Infektionszyklen von Getreidekrankheiten;
- Anbaupausen ermöglichen den Zwischenfruchtanbau;
- Zeiträume für den optimalen Einsatz von Totalherbiziden zur Beseitigung von Problemunkräutern;
- Vermeidung der Selektion von Unkräutern und -gräsern sowie der Ausbildung von Herbizidresistenzen;
- Möglichkeiten zur konsequenten Bekämpfung von Ungräsern (Quecke, Trepse).

In kalkulatorischen Betriebsauswertungen zur Frage der Fruchtfolgegestaltung im Konzept verschiedener Bodenbewirtschaftungssysteme (Pflug, Mulch-, Direktsaat) sind sehr positive Effekte der Körnerleguminosen im Vergleich zu getreidebetonten Fruchtfolgen berechnet worden. Unter Berücksichtigung der bodenbewirtschaftungsabhängigen Kosten der Arbeitserledigung ergaben sich deutliche Vorteile der Integration von Körnererbsen im Deckungsbeitrag II. Diese Grätiseffekte der Leguminosen lassen sich nur erfassen, wenn ganze Fruchtfolgesysteme auf der Grundlage von Vollkostenrechnungen bewertet werden.

Deckungsbeiträge verschiedener Fruchtfolgen in einem 100 ha-Ackerbaubetrieb bei konventioneller Bodenbewirtschaftung

Ökonomische Maßstäbe	Fruchtfolgen ¹⁾		
	WR/St-WW-KE-WW-WG ²⁾	WR/St-WW-WG ³⁾	WR-WW-HA/St-WG ³⁾
Marktleistung (incl. Prämie) €/ha	1135	1124	1055
- direkte variable Kosten €/ha	508	556	530
Deckungsbeitrag I €/ha	627	568	525
- fixe Maschinen- u. Lohnkosten €/ha	300	311	308
Deckungsbeitrag II €/ha	327	257	217
Vgl. Kosten der Arbeitserledigung ⁴⁾ €/ha	505	531	524

1) Abkürzungen: WR = Wintererbsen, St = Stilllegung, KE = Körnererbsen, WW = Winterweizen, WG = Wintergerste, HA = Hafer

2) im Betrieb praktizierte Fruchtfolge

3) mit Betriebsdaten berechnete Fruchtfolgen

4) Lohnmaschinenkosten, variable und fixe Maschinenkosten, Lohnansatz 12,78 €/AKh

Quelle: nach Kräuter, Stemann und Lütke Entrup (2000)

Deckungsbeitrag einer Fruchtfolge bei differenzierter Bodenbewirtschaftung (100 ha-Ackerbaubetrieb)

Ökonomische Maßstäbe	Fruchtfolgen ¹⁾		
	Konventionell ²⁾	Konservierend ³⁾	Direktsaat ³⁾
Marktleistung (incl. Prämie) €/ha	1135	1135	1135
- direkte variable Kosten €/ha	508	501	480
Deckungsbeitrag I €/ha	627	634	655
- fixe Maschinen- u. Lohnkosten €/ha	300	214	193
Deckungsbeitrag II €/ha	327	420	462
Vgl. Kosten der Arbeitserledigung ⁴⁾ €/ha	506	404	343

1) Abkürzungen und Erläuterungen: siehe vorige Tabelle

2) Ergebnis der praktizierten Bodenbewirtschaftung

3) mit Betriebsdaten berechnete Verfahrensweisen, gleiche Erträge unterstellt

4) Erklärungen: siehe vorige Tabelle

Quelle: nach Kräuter, Stemann und Lütke Entrup (2000)

Resümee

- *Die Bereitstellung von pflanzlichem Eiweiß aus heimischen Körnerleguminosen begründet den Stellenwert dieser Kulturen für die Veredlungswirtschaft und mindert die Importabhängigkeit.*
- *Je nach den Standortgegebenheiten sind Körnererbsen, Ackerbohnen und Blaue Lupinen sowie Gelbe Lupinen im Anbau zu bevorzugen.*
- *Bei der Integration von Leguminosen sind einige grundsätzliche Regeln (Vorfrucht, Nachfrucht, Anbauhäufigkeit, Stickstoffsicherung u. a.) zu beachten.*
- *Vielfältige Untersuchungen unterstreichen den hohen Vorfruchtwert der Körnerleguminosen, der sich hauptsächlich in höheren Erträgen der Folgefrüchte, N-Einsparung und Kostensenkung bei der Bodenbearbeitung niederschlägt. Der monetäre Vorfruchtwert ist den Körnerleguminosen zuzurechnen und verbessert deren Deckungsbeitrag.*
- *Die korrekte ökonomische Bewertung von Körnerleguminosen erfordert die Berechnung von Fruchtfolge-Deckungsbeiträgen und die Berücksichtigung der Kosten der Arbeitserledigung. Für den Vergleich von Pflanzenbausystemen erscheint die Vollkostenrechnung unerlässlich.*
- *Die konsequente Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat wird durch Blattfrüchte und den Wechsel von Winterung und Sommerung stark begünstigt.*