

## **Stickstoffversorgung optimieren!**

**Der Futterleguminosenanbau** ist die wichtigste Stickstoffquelle im Biologischen Landbau. Geeignete Bewirtschaftungsmaßnahmen bieten Möglichkeiten, die Luftstickstoffbindung zu verbessern. Probleme ergeben sich bei einem zu geringen Leguminosenanteil in der Fruchtfolge.

**Jürgen K. Friedel, Gabriele Pietsch und Bernhard Freyer, Wien**

### **Fixierungsleistung der Knöllchenbakterien**

Die Bindung von Luftstickstoff ( $N_2$ ) durch die Knöllchenbakterien von Leguminosen (symbiotische  $N_2$ -Fixierung, Abb. 1) ist die wichtigste Quelle von Stickstoff (N) im Biologischen Landbau. Die  $N_2$ -Fixierungsleistung von Futterleguminosenbeständen (Klee, Luzerne; Esparsette, ...) ist mit etwa 100 bis 270 kg N/ha/Jahr höher als die von Körnerleguminosenbeständen (Ackerbohne, Erbse, Lupine, Soja, ...) mit etwa 50 bis 150 kg N/ha/Jahr (Tab. 1). Die  $N_2$ -Fixierung kann in einem weiten Bereich schwanken und hängt neben der Pflanzenart und Sorte hauptsächlich von den jeweiligen Standort- und Wachstumsbedingungen ab. Die N-Zufuhr aus anderen Quellen (v.a. Atmosphäre, zugekaufte Betriebsmittel, nicht-symbiotische  $N_2$ -Fixierung) ist mit ca. 30 bis 60 kg N/ha/Jahr gering.

### **Optimierung der Fixierung**

Steigende Gehalte von verfügbarem Boden-N verringern die Knöllchenzahl und die  $N_2$ -Fixierungsleistung. Leguminosen sollten deshalb nach N-zehrenden Kulturen stehen. Zu tiefe pH-Werte, Trockenheit und Bodenverdichtungen beeinträchtigen die  $N_2$ -Fixierung ebenfalls. Daher ist auf kalkfreien Standorten auf eine regelmäßige Kontrolle des Boden-pH zu achten und dieser durch Kalkung anzuheben.

In Leguminosen-Nichtleguminosen-Gemengen, z.B. Klee gras oder Ackerbohnen-Hafer, kann die  $N_2$ -Fixierung je nach Zusammensetzung über oder unter der von Leguminosen-Reinbeständen liegen. Im Hinblick auf eine Optimierung der  $N_2$ -Fixierungsleistung liegt die günstigste Bestandeszusammensetzung häufig bei etwa 80% Leguminosen zu 20% Nichtleguminosen.

**Die Nutzung von Futterleguminosen** als Grünbrache (= Mulchnutzung) verringert die N<sub>2</sub>-Fixierung, indem aus dem Mulch N freigesetzt wird, der die Gehalte an verfügbarem Boden-N erhöht und so die Aktivität der Knöllchenbakterien einschränkt. Um die N<sub>2</sub>-Fixierung zu verbessern, wäre es - entgegen der Verordnung für die Grünbrache - zweckmäßig, den ersten Schnitt für Futter- bzw. Energiegewinnung oder Kompostierung zu nutzen und nur die weiteren Schnitte als Grünbrache zu mulchen.

### **N-Flächenbilanzen beim Leguminosenanbau**

Der N-Flächenbilanzsaldo errechnet sich vereinfacht (ohne N in Futtermitteln und N-Verluste) wie folgt:

$$\text{N-Bilanzsaldo} = \text{N}_2\text{-Fixierung} + \text{atmosphärischer N-Eintrag} + \text{Dünger-N} - \text{N-Abfuhr mit geernteten Pflanzenteilen}$$

Nur wenn die Summe der N-Einträge größer ist als die N-Abfuhr mit den Ernteprodukten, wird der N-Bilanzsaldo I (Tab. 2) positiv. Bei Verfütterung im eigenen Betrieb wird ein Teil (ca. 50%) des abgefahrenen Futter-N wieder als Hofdünger auf das Feld zurückgeführt.

Bei überjährigem Rotklee und Futternutzung ist die Bilanz positiv (+90 kg N/ha, N-Bilanzsaldo I, Tab. 2). Die Menge des fixierten N<sub>2</sub>, der über Wurzelabscheidungen in den Boden gelangt und dort verbleibt, war bis vor wenigen Jahren unbekannt und wurde in N-Bilanzen vernachlässigt. Er beträgt etwa 50 - 60% der N<sub>2</sub>-Fixierung (HOGH-JENSEN und SCHJOERRING, 2001). Wird dieser zusätzliche N berücksichtigt, fällt die Bilanz viel positiver aus (+220 kg N/ha, N-Bilanzsaldo II).

**Bei Körnerleguminosen** (Beispiel Erbse, Tab. 2, N-Bilanzsaldo I) die im eigenen Betrieb verfüttert werden, ist die Bilanz etwas weniger positiv. Die N-Mengen in Wurzelabscheidungen sind jedoch viel geringer als bei Rotklee (MEYER et al., 2001), sodass insgesamt die Bilanz weniger positiv ausfällt (+ 75 kg N/ha, N-Bilanzsaldo II).

**Im viehlosen Betrieb** ist die N-Bilanz gegenüber dem viehhaltenden Betrieb bei Brachennutzung von Rotklee trotz geringerer N<sub>2</sub>-Fixierung (s.o.) erhöht, weil der Mulch auf der Fläche verbleibt. Bei Erbsen, die verkauft werden, ist der Bilanzsaldo dagegen verringert, weil kein N mit Hofdüngern rückgeführt wird.

### **Gestaltung der Fruchtfolge**

Ausgehend vom N-Bilanzsaldo II (Tab. 2) und einem N-Bedarf von Getreide im Biolandbau von ca. 110 kg N/ha kann man abschätzen, dass ein Jahr Futterleguminosenanbau etwa zwei bis drei Jahre Getreide/Nichtleguminosen trägt, während ein Jahr Körnerleguminosenanbau nur etwa ein Jahr Getreide/Nichtleguminosen ausreichend mit N versorgt. Der Gesamtanteil von Leguminosen in der Fruchtfolge in Ackerbaubetrieben sollte deshalb bei mindestens 30% liegen.

In gemischten Acker- / Grünlandbetrieben kann der Leguminosenanteil auf 25% verringert werden, wenn zusätzlich Nährstoffe über das Futter und den Hofdünger vom Grünland auf den Acker zurückfließen. Da Rotklee und Luzerne für dieselben Fruchtfolgekrankheiten (z.B. Kleekrebs) anfällig sind, sollten sie auf derselben Fläche höchstens alle sechs Jahre angebaut werden. Der entsprechende Leguminosenanteil der Fruchtfolge von  $1/6 = 17\%$  ist für eine nachhaltige N-Versorgung der Nichtleguminosen nicht ausreichend. Ein zweijähriger Anbau von Rotklee bzw. Luzerne bei einer fünfjährigen Anbaupause entspricht einem Leguminosenanteil der Fruchtfolge von  $2/7 = 29\%$  und ist damit knapp ausreichend. Bei einer Kombination von einjährigem Klee-/ Luzerneanbau mit dem Anbau von Körnerleguminosen beträgt der Leguminosenanteil der Fruchtfolge  $2/6 = 33\%$  und ist somit ausreichend.

### **Futterleguminosen bringen viel**

Futterleguminosen haben eine Reihe weiterer positiver Wirkungen: Liefern von wirtschaftseigenem Grundfutter, Regulieren von Beikräutern durch Beschattung und häufigen Schnitt, Nährstoffmobilisierung durch intensives und tiefreichendes Wurzelsystem, Beitrag zur Humusbildung durch hohe Stoppel- und Wurzelmasse, Verbessern der Bodenstruktur sowie der Bodenfruchtbarkeit. Deshalb ist der zweijährige Anbau von Futterleguminosen auf Biobetrieben nahezu unverzichtbar. Bei den Zwischenfrüchten sollten Arten gewählt werden, die nicht als Hauptfrüchte genutzt werden (z.B. Perserklee, Alexandrinerklee, Saatwicke). Leguminosen-Nichtleguminosen-Gemenge (z.B.: Saatwicke - Platterbse - Phacelia) haben sich als vorteilhaft erwiesen, die Gefahr der Nitratauswaschung zu verringern. Die von einer gut gelungenen Zwischenfrucht fixierte  $N_2$ -Menge kann 100-150 kg N/ha betragen. Der Umbruch von Leguminosenbeständen ist eine kritische Phase für N-Verluste durch Auswaschung.

Literaturliste beim Erstautor.

### **In Kürze**

Stickstoff ist im Biologischen Landbau in der Regel knapp. Die Fixierung von Luftstickstoff durch die Symbiose von Knöllchenbakterien und Leguminosen stellt die wichtigste Stickstoffquelle dar. Standortangepaßte Arten und Sorten sowie Leguminosen-Nichtleguminosen-Gemenge können sie fördern. N-Fixierleistung und Flächenbilanzsalden sind bei Futterleguminosen höher als bei Körnerleguminosen. Die Salden sind bei Nutzung als Gründüngung positiver als bei futterbaulicher Nutzung und hier wiederum positiver als bei Verkauf des Erntegutes. Der Leguminosenanteil in der Fruchtfolge sollte 25 - 30% nicht unterschreiten.

**Dr. Jürgen K. Friedel**, Diplomagraringenieur, leitet die Arbeitsgruppe "Bodenfruchtbarkeit und Anbausysteme" am Institut für Ökologischen Landbau (IFÖL) der Universität für Bodenkultur, Wien.

**Mag. Gabriele Pietsch**, Biologin, arbeitet am IFÖL zur symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung und zum Wasserhaushalt von Leguminosen.

**Dr. Bernhard Freyer**, Diplom-Agrarbiologe, ist Vorstand des IFÖL.



**Abb. 1: Wurzelknöllchen, die Knöllchenbakterien enthalten, an einer Leguminosenwurzel. Photo: [www.rhizobium.umn.edu/FAQ/qualities.htm](http://www.rhizobium.umn.edu/FAQ/qualities.htm), 21.10.2003.**

**Tabelle 1: Symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung verschiedener Leguminosenarten (kg N /ha /Jahr) nach QUISPEL (1982) und eigenen Ergebnissen. Die Abgabe von fixiertem N<sub>2</sub> in den Boden durch Wurzelausscheidungen ist nicht berücksichtigt!**

Kulturpflanzen	Variationsbreite in der Praxis	Maximalwerte unter optimalen Bedingungen	Durchschnittswerte
Klee	45 – 270	340	220
Luzerne	90 – 270	340	220
Ackerbohne	50 – 200	300	150
Erbse	20 – 170	250	90
Lupine	30 – 150	200	90
Sojabohne	20 – 170	300	80
Linse	10 – 100	150	70

**Tabelle 2: Beispielhafte N-Bilanzen von Futterleguminosen (Rotklee) und Körnerleguminosen (Erbse) im viehhaltenden und viehlosen Betrieb.**

**N<sub>2</sub>-Fixierung: Durchschnittswerte aus Tab. 1. Alle Angaben in kg N /ha.**

Betriebssystem Leguminosenart Nutzungsform	viehhaltend		viehlos	
	Rotklee überjährig	Erbse	Rotklee überj.	Erbse
	Futter	Futter	Brache	Verkauf
N <sub>2</sub> -Fixierung	220	90	180	90
Atmosphärischer Eintrag	40	40	40	40
N in abgefahrenen Produkten	- 340	- 140	0	- 140
N-Rückfuhr über Hofdünger*	170	70	0	0
N-Verlust <sup>§</sup>	0	0	- 35	0
<b>N-Bilanzsaldo I</b>	<b>+ 90</b>	<b>+ 60</b>	<b>+ 185</b>	<b>- 10</b>
Fixierter N in Wurzelausscheidungen <sup>&amp;</sup>	130	15	105	15
<b>N-Bilanzsaldo II</b>	<b>+ 220</b>	<b>+ 75</b>	<b>+ 290</b>	<b>+ 5</b>

\* geschätzte N-Verluste durch tierische Veredlung, Lagerung und Ausbringung: 50%

§ gasförmige Verluste aus dem Mulch

& Schätzwerte nach HOGH-JENSEN und SCHJOERRING (2001) bzw. MEYER et al. (2001)