

Stickstofffixierungsleistung von Futterleguminosen

Leguminosen können den in der Luft vorhandenen Stickstoff (N₂) binden und nutzen. Dies geschieht, indem sie eine Symbiose mit Knöllchenbakterien, den Rhizobien, eingehen. Dabei stellt die Wirtspflanze, also die Futter- oder Körnerleguminose, den Bakterien Energie und Kohlenstoffassimilate bereit, welche im Gegenzug ca. 90 % des von ihnen assimilierten Luftstickstoffes in Form von Ammoniak an die Leguminose abgeben.

Für die verschiedenen Leguminosenarten gibt es unterschiedliche Rhizobien-Arten, die für die Symbiose kompatibel sind. Die für die heimischen Leguminosen passenden Rhizobien kommen in der Regel im Boden vor. Bei Arten wie der Sojabohne oder Lupine ist eine Impfung des Saatgutes mit einem passenden Rhizobien-Impfmittel notwendig. Nach längeren Anbaupausen (8-10 Jahre) kann es auch bei den Futterleguminosen ratsam sein, das Saatgut mit den passenden Rhizobien zu impfen.

N₂-Fixierungsleistung verschiedener Leguminosenarten – Futterleguminosen liegen vorn

Futterleguminosen erzielen in der Regel eine höhere Stickstofffixierung als Körnerleguminosen. Etwa 30 % des fixierten Stickstoffs werden durch die Leguminosen gebunden, so dass auch für die Folgefrüchte erhebliche Mengen an Stickstoff zur Verfügung stehen (Tabelle 1).

Tabelle 1: N₂-Fixierung verschiedener Leguminosenarten in kg/ha und Jahr.

Leguminose	Variationsbreite	Durchschnittswerte
Klee	45-670	250
Luzerne	90-340	250
Ackerbohne	100-300	200
Erbse	50-500	150
Lupine	140-200	150
Sojabohne	60-300	100
Erdnuss	50-150	100
Linse	50-150	80

Quelle: Marquard

Optimale Voraussetzungen für eine hohe Fixierleistung schaffen



Knöllchen an Weißklee (Bildausschnitt vergrößert). Quelle: Wilhelm Wurth



Wurzelknöllchen an Rotklee. Quelle: Irene Jacob

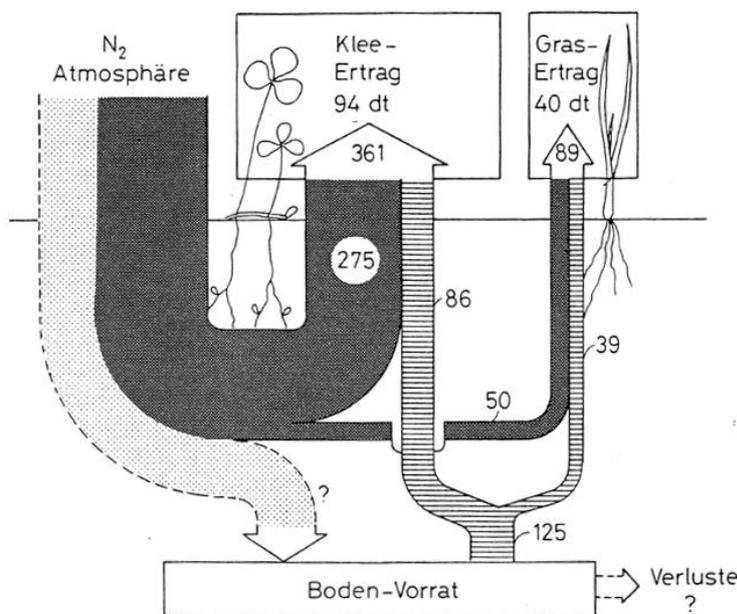
Maßnahmen, die eine gute Entwicklung der Pflanzen gewährleisten, wie zum Beispiel die richtige Arten- und Sortenwahl für den jeweiligen Standort und eine sorgfältige Saat zum optimalen Zeitpunkt, tragen dazu bei das Potenzial der Stickstofffixierung bestmöglich auszunutzen zu können.

Liegt ein zu hoher N_{min} -Gehalt im Boden vor, ist die Stickstofffixierung gehemmt. Nährstoffe wie Schwefel, Bor und Molybdän sind für die Aktivität der Wurzelknöllchen entscheidend und eine ausreichende Verfügbarkeit für die Pflanze daher notwendig. Auch ein Mangel an Calcium oder Eisen kann sich nachteilig auf die Fixierungsrate auswirken. Deshalb ist eine ausgewogene Nährstoffversorgung des Bodens und ein optimaler pH-Wert für die Verfügbarkeit der Spurennährstoffe wichtig.

Ein guter Bodenzustand (Struktur, Durchlüftung, Bodenfeuchte, Nährstoffversorgung) sowie gut entwickelte und gesunde Pflanzen sind die Voraussetzung für eine effiziente Stickstofffixierung.

Die Effektivität der N_2 -Bindung ist abhängig von

- dem Genotyp
- dem Entwicklungs- und Gesundheitszustand der Wirtspflanze
- den Symbionten
- Klimafaktoren
 - Temperatur (Optimum 20-30 °C, Minimum 2 °C bzw. 10 °C bei tropischen Arten)
 - Wassergehalt des Bodens (gute Feuchte wirkt sich positiv, Staunässe extrem nachteilig aus)
 - Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt des Bodens
 - → lockere, gut durchlüftete, biologisch aktive Böden binden am effektivsten Luftstickstoff
- eine erhöhte Nitrat- und Ammoniumkonzentration
 - schränkt die Knöllchenentwicklung stark ein
 - vermindert die N-Fixierung von aktiven Knöllchen auf ca. 50 %



Stickstoff-Dynamik am Beispiel eines Gras-Weißklee-Bestandes ohne N-Düngung (Boller, 1988).

Schätzhilfen für die Praxis

Die Fixierleistung des jeweiligen Bestandes kann in Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung, dem Frischmasseertrag und Leguminosenanteil sowie weiterer Faktoren wie der Ackerzahl des Standortes und des Unkrautbesatzes mit verschiedenen, frei zur Verfügung stehenden Tools geschätzt werden.

Die [App LeNiBa](#) des KTBL schätzt die Fixierleistung von Futterleguminosen wie Luzerne, Klee und Klee-Gras-Gemengen und .

Der [N-Saldo-Rechner](#) des ZALF berechnet in Excel die N-Salden im ökologischen Feldfutterbau.

Entwicklungsphasen der Knöllchenbakterien

1. Parasitäre Phase
 - Keimstimulanz durch Enzyme der Pflanze
 - Besiedelung der Feinwurzeln
 - Wurzelwucherungen
2. Symbiontische Phase
 - Kohlenhydrate an Bakterien
 - N an Pflanze
3. Produktive Phase
 - N-Verfügbarkeit für Wirtspflanze
4. Absterbe-Phase
 - N-Freisetzung durch Absterben der Bakterien
 - N Mineralisation im Boden und Verfügbarkeit für Nicht-Leguminosen



Aktive Wurzelknöllchen sind im Inneren durch Leghämoglobin rot gefärbt, hier an Sojabohne.
Quelle: Irene Jacob

Text: Irene Jacob und Wilhelm Wurth, Stand Mai 2021

Literatur & Weblinks

Boller B. (1988): Biologische Stickstoff-Fixierung von Weiss- und Rotklee unter Feldbedingungen. Landwirtschaft Schweiz 1, 251-253.

Marquard R.: [Stickstoffassimilation und die Symbiose mit Knöllchenbakterien](#). Abgerufen am 14.05.2021.

Wurth W.: [Stickstofffixierung](#). Abgerufen am 14.05.2021.

Weitere Informationen

<https://www.demonet-kleeluzplus.de/>

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie.

Gefördert durch

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger

Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung

