

Kraftwerk im Boden

Serie Sojaanbau Knöllchenbakterien machen Luftstickstoff für Leguminosen pflanzenverfügbar. Doch ohne Impfung läuft bei der Sojabohne gar nichts, denn die nötigen Knöllchenbakterien kommen in unseren Böden nicht vor.



Soja ist einer der stärksten Eiweißträger.
Wie alle Leguminosen geht die
Pflanze eine Symbiose mit Bodenbakterien ein.

SCHNELLER ÜBERBLICK

- Sojabohnen immer impfen und nur bewährte Mittel verwenden!
- Vor allem beim Erstanbau ist auf ausreichende Impfung zu achten und der Knöllchenansatz zur Blüte zu kontrollieren.
- Stickstoffdüngung schadet, außer wenn die Impfung versagt hat.
- Mehr Hinweise, Bilder und Links gibt es bei www.sojafoerderring.de unter Anbau/Aussaart/Impfung.

Die Sojabohne gehört zur Familie der Leguminosen. Damit ist sie grundsätzlich dazu befähigt, Stickstoff aus der Luft zu binden. Voraussetzung dafür ist jedoch die Anwesenheit von Knöllchenbakterien: Die infizieren die jungen Wurzeln und gehen mit der Pflanze eine Symbiose ein. Dabei versorgt die Pflanze die Bakterien mit den Nährstoffen, die für ein rasches Knöllchenwachstum erforderlich sind. Im Gegenzug erhält die Pflanze den von den Knöllchen gebundenen Luftstickstoff und deckt damit bis zu 80 Prozent ihres Bedarfs.

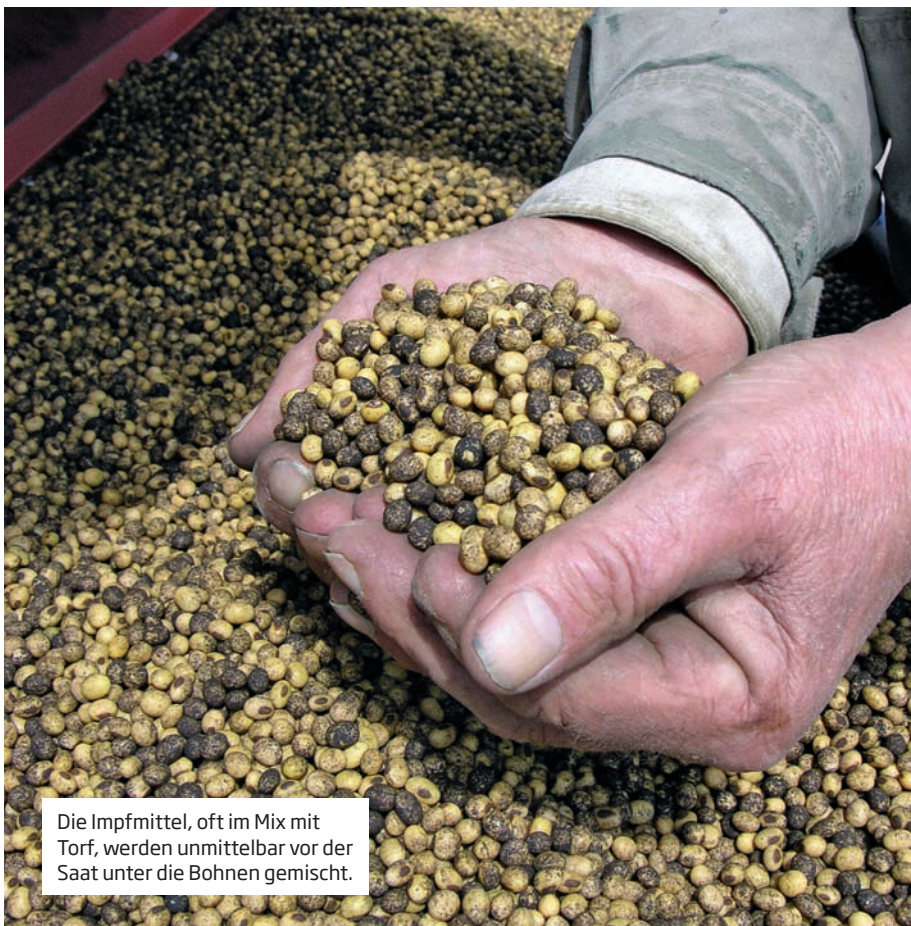
Für die verschiedenen Leguminosen gibt es jeweils spezifische Arten von Knöllchenbakterien, die so genannten *Rhizobien*. Für die einheimischen Leguminosenarten sind ausreichend Rhizobien in unseren Böden vorhanden. Dagegen kommt die Art, die die Sojabohne infizieren kann (*Bradyrhizobium japonicum*), von Natur aus in den Böden Mitteleuropas nicht vor.

Diese Bodenbakterien müssen deshalb bei der Aussaat von Sojabohnen mit in den Boden gebracht werden. Dafür gibt es zwei gängige Verfahren:

- Aufbringen der Rhizobien vor der Aussaat direkt auf das Saatgut oder
- Impfen eines Mikrogranulats, das bei der Saat mit einem Mikrogranulatstreuer in die Saatreihe gedrillt wird.

Vorgeimpft oder erst zur Saat

Die in Deutschland bisher verfügbaren Mittel erfordern ein Impfen des Saatguts oder



Die Impfmittel, oft im Mix mit Torf, werden unmittelbar vor der Saat unter die Bohnen gemischt.

des Mikrogranulats **unmittelbar vor der Aussaat**. Bei einem Produkt lässt sich die Impfung auch bis zu 48 Stunden vor der Saat durchführen, weil ein Schutzfilm die Bakterien so lange schützt. Für größere Anbauflächen bedeutet das eine erhebliche Arbeitsbelastung in der eh meist knapp bemessenen Arbeitszeitspanne für die Aussaat.

Die Impfmittelhersteller haben deshalb Produkte entwickelt, mit denen in professionellen Anlagen das Saatgut bereits mehrere Wochen bis wenige Monate vor der Aussaat geimpft wird. Eine spezielle Formulierung sorgt dabei unter anderem mit einem Nährstoff- und Schutzfilm dafür, dass eine ausreichende Zahl von Bakterien bis zur Aussaat überlebt. Dieses vorgeimpfte Saatgut ist unter den Bezeichnungen ‚FixFertig‘ oder ‚saatfertig‘ im Handel.

In der Praxis zeigten die vorgeimpften Saatbohnen in den letzten Jahren immer wieder erhebliche Schwächen, vor allem unter ungünstigen Rahmenbedingungen wie zu lang andauernder Trockenheit, Nässe oder Kälte.

Zuschlag für den Erstanbau

Beim erstmaligen Anbau von Sojabohnen auf einem Schlag empfiehlt es sich deshalb, auch vorgeimpftes Saatgut nochmals frisch zu behandeln. Bei nicht vorgeimpftem Saatgut bietet ein Erhöhen der Aufwandmenge auf das 1,5- bis 2-fache der Normaldosis ebenfalls zusätzliche Sicherheit für den ersten Anbau. Kommen Sojabohnen innerhalb der nächsten zwei bis fünf

Jahre wieder auf denselben Schlag und war der Knöllchenbesatz beim Erstanbau zufriedenstellend, ist dieser Sicherheitszuschlag für die Folgejahre verzichtbar. Es kann von einer gewissen Grundimpfung des Bodens ausgegangen werden.

Diese Grundimpfung sollte aber nicht dazu verleiten, in der Folge ganz auf eine Behandlung zu verzichten. Verschiedene Versuche zeigen, dass ein Impfen in der Regel sowohl zu höherem Kornertrag als auch zu höherem Eiweißgehalt führt und damit einen höheren Eiweißertrag bewirkt. Damit ist die Impfung bei Mittelpreisen von 20 bis 30 Euro/ha meist wirtschaftlich. In den amerikanischen Anbaugebieten mit langjährigem Anbau ist sie deshalb Standard.

So wird geimpft

Das Impfen erfolgt durch ein Vermischen des Mittels mit dem Saatgut oder mit dem Granulat gemäß Gebrauchsanweisung. Direkte Sonneneinstrahlung oder Erwärmen des geimpften Saatguts auf über 25 °C tötet die Knöllchenbakterien ab, ebenso wie chlorhaltiges Wasser. Wichtig ist außerdem: Behandeln Sie die Sojabohnen schonend! Jede mechanische Beanspruchung kann die Keimfähigkeit und die Triebkraft reduzieren. Das droht besonders bei weniger als 13 Prozent Feuchte in den Bohnen, weil sie dann sehr leicht brechen.

In der Praxis wird das Impfmittel mit etwas Flüssigkeit aufgelöst und von Hand in einer Wanne oder im Saatkasten mit dem

Saatgut vermischt, teilweise auch im langsam laufenden Betonmischer. Für größere Mengen gibt es Dosiereinrichtungen, die das Impfmittel etwa in die Förderschnecken zum Überladen des Saatguts in die Sämaschine einbringen.

Bei Produkten mit Flüssigkomponenten wie etwa *Force 48* muss das Saatgut nach etwa 20 Minuten nochmals etwas bewegt werden. Das verhindert ein Verkleben und eine Brückenbildung. Impfmittel mit Schutzfilm empfehlen sich besonders bei pneumatischen Sägeräten. Hier besteht die Gefahr, dass das pulverförmige Mittel vom Korn abgesaugt wird.

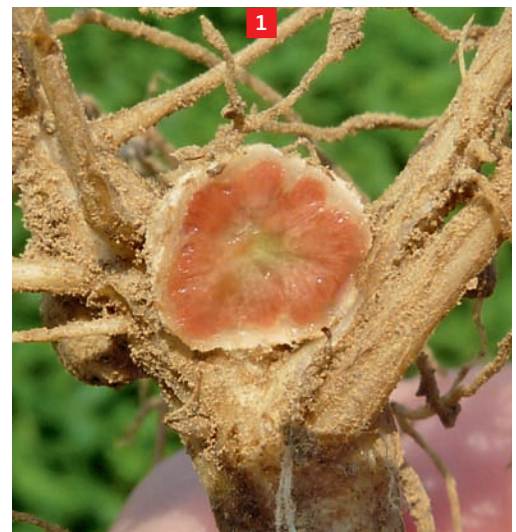
Empfehlenswerte Mittel

Alle Impfmittel bestehen aus bestimmten Stämmen von *Bradyrhizobium japonicum*.

Sie werden entweder flüssig, meist jedoch auf einem Torfpulver in luftdichter Verpackung geliefert. Bei Transport und Lagerung sollten Temperaturen von 25 °C nicht überschritten werden.

Im „Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ (BÖLN) beschäftigt sich ein Projekt mit der Ausdehnung des Sojaanbaus in Deutschland.

Von 2011 bis 2013 fanden **Exaktversuche mit Impfmitteln** an zwei Standorten in Kassel-Frankenhausen (ökologisch) und Quedlinburg (konventionell) statt. In der Prüfung standen jeweils die drei Sorten Merlin, Bohemians sowie Protina und vier Impfpräparate (siehe Tabelle „Sojaimpfmittel zur Saatgutbehandlung“).



Dabei bewirkten drei Impfmittel **Steigerungen im Ertrag und Eiweißgehalt**; ein Präparat zeigte diese positiven Wirkungen nicht. Eine fehlende oder unwirksame Impfung kann schnell rund ein Drittel des Ertrags und fünf bis zehn Prozentpunkte beim Eiweißgehalt kosten, sodass sich der Eiweißertrag in etwa halbiert (siehe Grafik „Eiweißerträge je nach Impfmittel“).

Nachdem auch eine unverdünnte Anwendung des unwirksamen Produkts im zweiten Versuchsjahr 2012 keine Besserung brachte, kam es im Folgejahr nicht mehr zum Einsatz. Ergänzende On-Farm-Streifenversuche mit der Sorte *Merlin* in Unterfranken und in der Wetterau bestätigten das Ergebnis der Exaktversuche. Lediglich im Topfversuch kam es bei allen Produkten zur Knöllchenbildung.

2015 im Handel

Von den bewährten pulverförmigen Produkten sind in diesem Jahr lieferbar:

- **ohne Schutzfilm** *Biodoz* (de Sangosse; im BÖLN-Projekt als ‚*Biodoz rhizofilmé*‘ mit Schutzfilm geprüft), *HiStick* (BASF) und
- **mit Schutzfilm** *Force 48* (BASF) für bis zu 48 Stunden Haltbarkeit.

In geringer Menge wird in diesem Jahr *Biodoz* auch mit 10 kg/ha Mikrogranulat als *Biodoz Soja M* lieferbar sein. Erstmals soll de Sangosse auch ein flüssiges Zweikomponentenprodukt aus Argentinien anbieten, das ein Impfen bereits 10 bis 20 Tage vor der Aussaat erlaubt. Es kann jedoch nur in professionellen Beizanlagen eingesetzt werden.

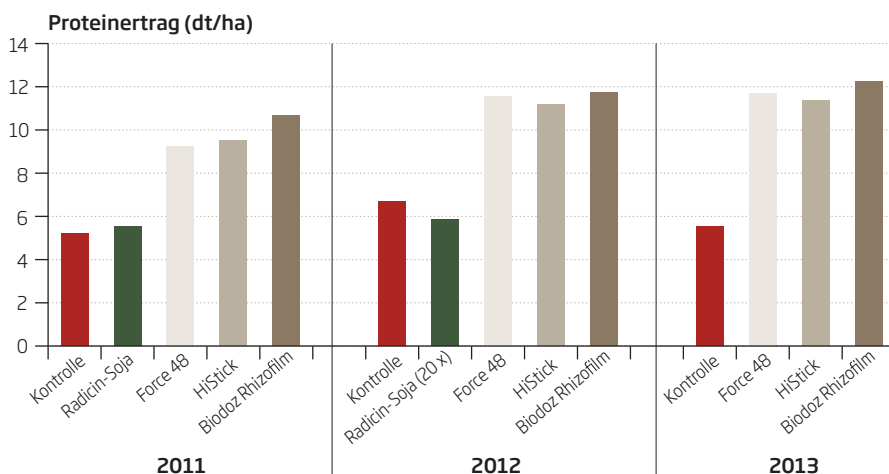
Zur Blüte kontrollieren

Der Erfolg der Impfung lässt sich Mitte Juni zu Blühbeginn kontrollieren: Ziehen Sie einige Pflanzen vorsichtig heraus oder graben Sie sie besser heraus und enterden sie vorsichtig. Die Knöllchen können

MEIN NUTZWERT

Sojaimpfung: Mittelübersicht und Wirksamkeit

Eiweißerträge je nach Impfmittel



Mittel der Sorten Merlin, Bohemians und Protina; 2011 bis 2013; Standort Kassel-Frankenhausen (Öko)

Quelle: Messmer, FiBL Schweiz

Sojaimpfmittel zur Saatgutbehandlung

Mittel (Auswahl)	Hersteller/Vertrieb	Formulierung (Anzahl Bakterien pro Einheit)	Dosierung ¹⁾
HiStick	Becker Underwood/BASF ²⁾	4 Mrd./ml Torf	400 g/ha (für bis zu 120 kg Saatgut)
Force 48	Becker Underwood/BASF ²⁾	1 Mrd./ml Torf mit Haftmittel	wie HiStick, enthält Haftmittel, bis zu 48 Stunden haltbar
Radycin-Soja	Jost	10 bis 100 Mio./ml in Lösung	75 ml/ha
Biodoz Rhizofilm	De Sangosse	1 Mrd./g Torf mit Haftmittel	400 g/ha (400.000 Körner oder 80 kg Saatgut), mit 0,75 l Wasser auflösen

Im BÖLN-Sojaprojekt 2011 bis 2013 geprüfte Mittel; ¹⁾ Empfehlung Sojafördering: Dosierung bei erstmaligem Anbau verdoppeln; ²⁾ Becker Underwood 2012 von BASF übernommen; Preisspanne für alle Mittel: 20 bis 30 Euro/ha

© dlz agrarmagazin 2/2015

Quelle: Messmer, FiBL Schweiz



beim Herausziehen leicht abgestreift werden. Normalerweise finden sich beim Erstanbau nicht so viele, dafür aber größere Knöllchen an den Hauptwurzeln. Bei wiederholtem Anbau sind sie dann kleiner, dafür aber zahlreicher und auch an den Seitenwurzeln. Die Knöllchen sollten innen eine rosa bis rote Farbe aufweisen. Das ist ein Zeichen für aktive Bakterien.

Finden sich keine oder nur vereinzelte Knöllchen, empfiehlt sich **ausnahmsweise eine N-Düngung**, sobald der Bestand aufhellt, ohne dass dies auf eine Herbizidbehandlung im Nachauflauf zurückzuführen wäre. In allen anderen Fällen ist eine N-Düngung kontraproduktiv: Die Knöllchenbildung leidet, wenn sich die Pflanze den Stickstoff (N) leichter aus dem Boden holt, als die Bakterien heranzufüttern.

Die frühe Jugendentwicklung des Bestands sollte besser nicht zu üppig ausfallen. Hier reicht der Stickstoff aus dem Boden allemal. Probleme einer Stickstoffdüngung oder überhöhter N_{min} -Gehalte sind nicht nur ein übermäßiges vegetatives Wachstum, das frühzeitiges Lager bewirken kann. Eine weitere Folge kann ein später N-Mangel in der Kornfüllungsphase sein, wenn der Stickstoff aus der Resorption der Knöllchen fehlt. Das geht zulasten sowohl des Ertrags als auch des Eiweißgehalts.

Lesen Sie auf den Folgeseiten eine Reportage zum Sojaanbau in Brandenburg. In der dlz 1/2015, ab Seite 56 sind Empfehlungen zur Sortenwahl erschienen; im kommenden Heft finden Sie alles zum Pflanzenschutz und zur Wirtschaftlichkeit des Sojaanbaus.

1 Rosa bis blutrote Knöllchenbakterien, ein deutlicher Beleg für eine hohe Aktivität.

2 Wenige und eher große Knöllchen an den Hauptwurzeln sind beim Erstanbau auf einer Fläche normal.

3 Beim wiederholten Anbau etablieren sich die Bodenbakterien. Die Rhizobien sind dann kleiner, dafür aber zahlreicher und auch an den Seitenwurzeln.



Jürgen Recknagel, Deutscher Sojaförderring, LTZ Augustenberg, Außenstelle Müllheim
Monika Messmer, Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Frick, Schweiz