

## Impfung

Mit der Thematik ‚Impfung‘ setzten sich insgesamt 6 konventionelle und 13 ökologische Betriebe auseinander. Bei einer durchschnittlichen Anzahl von 3 Streifen, fanden im Allgemeinen die bekannten Impfmittel Biodoz-Soja, Hi-Stick und Force 48 Verwendung. Des Weiteren wurde auch Fix-Fertig-Saatgut eingesetzt. In vielen Fällen legten die Betriebsleiter/-innen außerdem einen Streifen an, in dem gar keine Impfung des Saatgutes stattgefunden hatte. Eine Bodenimpfung, als eine zusätzliche Möglichkeit der Anreicherung der Bakterien im Boden, erfolgte in den Demonstrationsanlagen im Erntejahr 2014 nicht (Tab. 1).

Tab. 1 Demonstrationsanlagen mit dem Thema Impfung im Erntejahr 2014

Betriebe gesamt	[St]	19
Betriebe konv.	[St]	6
Betriebe öko	[St]	13
eingesetzte Impfmittel	[Bez]	Biodoz-Soja, Hi-Stick, Force 48, FixFertig Saatgut
Bodenimpfung?	[Bez]	nein
Bonitur in Bezug auf:		
Größe Knöllchen		kleine, vorwiegend große, große Knöllchen
Anzahl Knöllchen		Bonitur nach Schema Bioforschung Austria
Verteilung Knöllchen		vorw. Pfahlwurzel, vorw. Seitenwurzel, gleichmäßige Verteilung

Generell fanden zum Thema ‚Impfung‘ Bonituren in Bezug auf 3 verschiedene Kenngrößen statt. Einerseits sollte die Größe der Knöllchen in den Einstufungen kleine, vorwiegend große oder große Knöllchen vorgenommen werden. Darüber hinaus war mit Hilfe des in Abb. 1 dargestellten Boniturschemas der Bioforschung Austria die Anzahl der Knöllchen bei den unterschiedlichen Varianten festzuhalten. Dabei sollte das Auftreten der Knöllchen den 5 möglichen Stufen (Stufe 0 = keine Knöllchen bis Stufe 4 = mehr als 100 Knöllchen) zugeordnet werden. Eine letzte Einschätzung war hinsichtlich der Verteilung der Knöllchen an den Wurzeln der Pflanzen zu treffen. Die Beurteilung sollte dahingehend erfolgen, ob die Knöllchen vorwiegend an der Pfahlwurzel, an den Seitenwurzeln oder gleichmäßig über das gesamte Wurzelsystem zu finden waren.

### Beobachtungen:

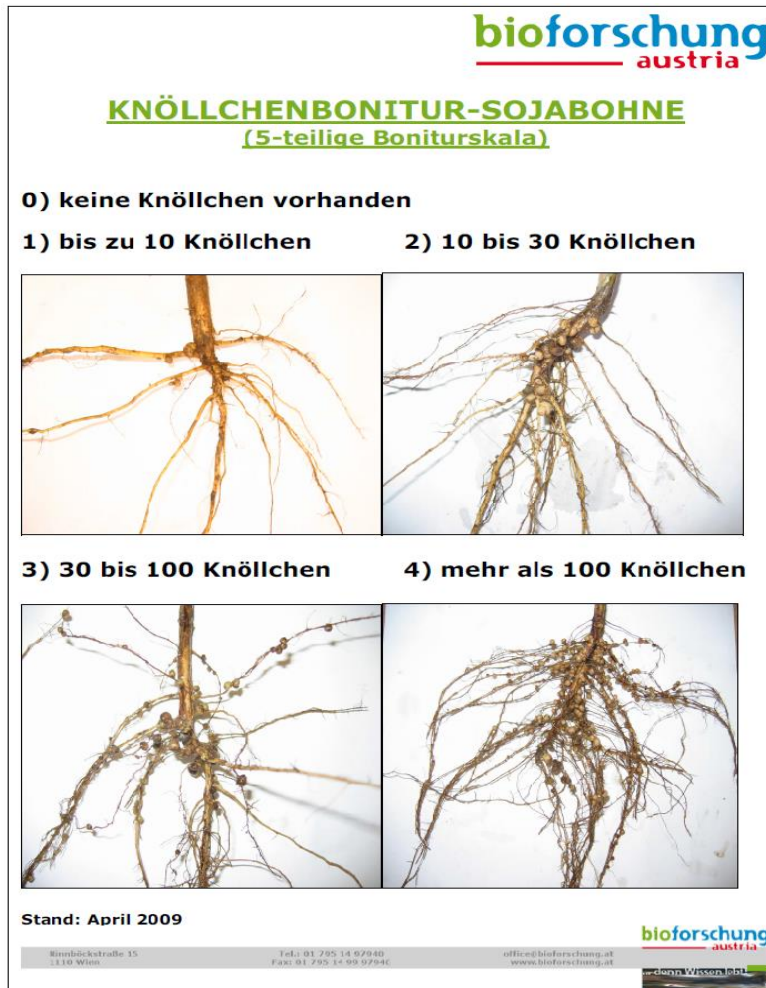
In Bezug auf den Zeitraum zwischen der Impfung und der Saat haben die Landwirte der Leuchtturmbetriebe mit maximal 3 Stunden sehr zügig gearbeitet. Die Aussaat fand in den meisten Fällen bei sonnigem Wetter und einer Außentemperatur von durchschnittlich 20 °C im Verlauf des Vormittages oder am frühen Nachmittag statt. Nur selten führte ein Landwirt die Saatgutablage am Abend durch. Aufgrund dieser Angaben ist davon auszugehen, dass die Aussaat durchwegs unter optimalen Bedingungen stattgefunden hat. Weder die klimatischen Verhältnisse noch Mängel beim Impfen sollten daher einen negativen Einfluss auf die Rhizobium-Bakterien ausgeübt haben.

Im Zuge der Bonitur konnten an den Wurzeln der Pflanzen sowohl kleine als auch große Knöllchen gefunden werden. Nur selten fand eine Zuordnung in die Gruppe ‚vorwiegend große Knöllchen‘ statt. Wenn überhaupt, dann wurden kleine Knöllchen fast ausschließlich in den Streifen entdeckt, auf denen ungeimpftes Saatgut eingesetzt wurde.

Im Hinblick auf die Anzahl der Knöllchen (Bonitur nach Bioforschung Austria, Abb. 1) konnten folgende Beobachtungen gemacht werden:

Generell traten unabhängig vom angewendeten Impfverfahren bei keiner Pflanze mehr als 100 Knöllchen an den Wurzeln auf. Eine Knöllchenanzahl in Stufe 3 (30 bis 100 Knöllchen) war ebenfalls sehr selten zu beobachten. Bei einer Impfung mit Biodoz-Soja, Hi-Stick und Force 48 bewegte sich die Knöllchenbildung 8 Wochen nach der Aussaat zwischen Stufe 1 (bis zu 10 Knöllchen pro Pflanze) und Stufe 2 (10 bis 30 Knöllchen pro Pflanze). In diesem Zusammenhang war außerdem erkennbar, dass die Bakterien 4 Wochen nach der Saat noch keine, bzw. nur sehr geringe Aktivität zeigten. Die Knöllchenanzahl bei den Streifen, in denen Fix-Fertig-Saatgut zum Einsatz kam, schwankte im Bereich von Stufe 0 (keine Knöll-

chen) und Stufe 1 (bis zu 10 Knöllchen pro Pflanze). Auch AIGNER (o. J.) stellte in einem zweijährigen Impfversuch (2012 und 2013) auf verschiedenen bayerischen Standorten fest, dass die Knöllchenbildung mit dem Einsatz von Fix-Fertig-Saatgut geringer ausfiel, als mit Hi-Stick. Eine zusätzliche Impfung des Fix-Fertig-Saatgutes konnte das ansonsten schlechtere Ergebnis ausgleichen. Aufgrund dieser Erkenntnisse sowie aus den Beobachtungen in den Demonstrationsanlagen ist die zusätzliche Impfung der Sojabohne bei der Verwendung des Fix-Fertig-Produktes mit Biodoz-Soja, Hi-Stick oder Force 48 auch weiterhin zu empfehlen.



**Abb. 1 Boniturschema zur Bestimmung der Knöllchengröße bei Sojabohnen (Quelle: Bioforschung Austria)**

Wie Untersuchungen von WÄCHTER et al. (2013) ergeben haben, wurde in Gefäßversuchen eine geringe Anzahl an Knöllchen bis zu einem gewissen Grad durch die Bildung größerer Knöllchen ausgeglichen. Ähnliches konnte in den Demonstrationsanlagen nicht beobachtet werden.

Auf den Streifen ohne Impfung zeigte sich im Vergleich nur eine sehr begrenzte Knöllchenbildung. Diese Streifen kennzeichneten sich in der Regel durch eine gelbliche Verfärbung der Pflanzen, was auf einen Mangel in der Stickstoffversorgung hindeutet. Lediglich ein Betrieb berichtet von einer gleichen Knöllchenanzahl, wie bei den Streifen, auf denen ein Impfmittel eingesetzt wurde. Grund für diese Beobachtung ist aller Wahrscheinlichkeit nach, dass auf der Fläche der Demonstrationsanlage in den Jahren 2002, 2006 und 2010 schon Sojabohnen angebaut wurden. Demnach wird sich auf diesem Schlag bereits eine Bakterienpopulation etabliert haben, die einen erfolgreichen Sojabohnenanbau auch ohne Impfung ermöglicht. Allerdings ist ein Verzicht auf die Impfung des Saatgutes für die Praxis nicht zu empfehlen, da auch ein vorhergehender Anbau von Sojabohnen auf der gleichen Fläche keine Garantie für einen ausreichenden Bakterienbesatz und damit für ein hohes Ertragsniveau darstellt. So

wird von Beraterseite durchwegs empfohlen, dass immer geimpftes Saatgut eingesetzt werden sollte. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Position ‚Impfung‘ nur vergleichsweise geringe Kosten verursacht.

Das in Abb. 2 dargestellte Foto zeigt den deutlichen Unterschied in der Knöllchenbildung an den Wurzeln einer Sojabohne ohne (Bild links), bzw. mit Impfung (Bild rechts)

Die Verteilung der Knöllchen an Haupt und Seitenwurzeln zeigte unabhängig vom eingesetzten Impfmittel einen stärkeren Knöllchenbesatz an der Pfahlwurzel und weniger an den Seitenwurzeln. Darüber hinaus war außerdem ersichtlich, dass es nur sehr selten zu einer gleichmäßigen Verteilung der Knöllchen über das gesamte Wurzelwerk kam.

Allgemein lässt sich festhalten, dass eine Steigerung der Impfmittelmenge keine Verbesserungen in Bezug auf die 3 bonitierten Kenngrößen erbrachte. Auch diese Beobachtung entspricht den Erkenntnissen, die AIGNER (o. J.) aus seinen Impfversuchen abgeleitet hat.



**Abb. 2 Knöllchenbildung an Sojabohnen ohne (Bild links) und mit Impfung (Bild rechts)**

Geimpfte bzw. nicht geimpfte Sojabohnen lassen sich jedoch nicht nur anhand der Knöllchenanzahl erkennen. Auch die Färbung der Blattmasse im Bestand kann ein deutliches Indiz für die Stickstofffixierung sein. So ist in Abb. 3 auf der linken Bildhälfte die dunkelgrüne Blattfärbung zu erkennen, die auf aktive Knöllchen und damit auf eine gute Stickstoffversorgung der Pflanzen zurückschließen lässt. Im Gegensatz dazu zeigt der Bestand auf der rechten Seite des Fotos deutliche Blattaufhellungen. In diesem Fall blieb die Impfung des Saatgutes aus, so dass sich keine Knöllchen an den Wurzeln der Sojapflanzen entwickeln konnten. Eine angemessene Stickstoffversorgung war hier nicht gegeben.



**Abb. 3 geimpfter (links), bzw. ungeimpfter Sojabestand (rechts)**

AIGNER, A. (o. J.): Sojabohnen: Sorgfältige Impfung ein Muss.

*[http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/schwerpunkte/dateien/sojabohnen\\_sorgfaeltige\\_impfung\\_ein\\_muss.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/schwerpunkte/dateien/sojabohnen_sorgfaeltige_impfung_ein_muss.pdf) (22.10.2015)*

WÄCHTER K., GRUBER S., CLAUPEIN W. (2013): Unterscheidet sich das Inokulationsergebnis verschiedener Impfmittel bei Soja, Journal für Kulturpflanzen, 65 (11). S. 401–410, Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

*[http://www.journal-kulturpflanzen.de/Artikel.dll/waechter-et-al\\_NDA1NDc1MQ.PDF](http://www.journal-kulturpflanzen.de/Artikel.dll/waechter-et-al_NDA1NDc1MQ.PDF) (02.11.2015)*