



SOJABOHNEN ERFOLGREICH ANBAUEN

www.ig-pflanzenzucht.de
Hotline 0 89/53 29 50-10

ig
PFLANZENZUCHT
BESSER ERNTEN

Sojabohnen erfolgreich anbauen!

Ernährungsbewusste Verbraucher fragen vermehrt GVO – freie Lebensmittel pflanzlicher sowie tierischer Herkunft nach. Die Mehrheit der deutschen Bevölkerung empfindet Gentechnik in Lebensmitteln als Risiko. Dadurch rückt die Forderung nach mehr Transparenz zunehmend in den Vordergrund.

Die Lebensmittelunternehmen haben diese Entwicklung erkannt und mit der Entwicklung von Marken mit klarem Bezug zur naturnahen Landwirtschaft und Tradition reagiert. GVO-Freiheit sowie Rückverfolgbarkeit im gesamten Wertschöpfungsprozess gelten hierbei als selbstverständlich.

Dank breiter Einsatzmöglichkeiten in der Lebensmittelverarbeitung verzeichnet Soja hohe Zuwachsraten in der Ernährungsindustrie. In zunehmendem Maße werden Soja-Produkte auch von Nicht-Vegetariern nachgefragt. Sie schätzen vor allem den hohen ernährungsphysiologischen Wert.

Weit wichtiger noch ist die Verwendung als Futtermittel für die Geflü-

gel- und Schweineproduktion. Infolge hoher Fett- und Proteingehalte sowie der sehr guten Aminosäurezusammensetzung hat Soja höchste Relevanz als GVO – freie Futtermittelkomponente.

Neben den vielfältigen Vermarktungsmöglichkeiten für den Landwirt, zeichnet sich Soja im Anbau als Extensivkultur aus. Folgende Parameter sprechen für den Anbau von Soja:

- Stickstoffautarkie = positive Stickstoffbilanz
 - Hoher Vorfruchtwert
 - Entzerren von Arbeitsspitzen
 - Anbausicherheit durch moderne Sorten
- Somit bietet Soja beste Aussichten für alle Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette.

Nachhaltige Produktion, d.h. eine Erhöhung der Biodiversität im Agrarökosystem ist vielen Verbrauchern sowie unserer Politik ein wichtiges Anliegen. Diese Tatsache kommt durch offizielle Projekte zum Ausdruck, wie z. B. dem Soja-Netzwerk, das im September 2013 gestartet wurde und aus Mitteln des Bundeshaushaltes in Rahmen der BMEL Eiweißpflanzen-



strategie gefördert wird. Das Projekt ist ein Verbundvorhaben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), der Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e.V. (LVÖ), des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg (LTZ) sowie der Life Food GmbH – Taifun Tofuprodukte. Die Gesamtkoordination sowie das Datenmanagement des Verbundprojektes übernimmt die LfL.

Ziel des Gesamtprojektes ist die Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verarbeitung von Sojabohnen in Deutschland. Hierfür wird ein bundesweites Netzwerk von Demonstrationsbetrieben aufgebaut, das dem Wissenstransfer zwischen Forschung, Beratung und Praxis dient. Im Projekt werden außerdem drei modellhafte Wertschöpfungsketten entwickelt, die die Verwertung von Sojabohnen als Futtermittel in der konventionellen und ökologischen Landwirtschaft sowie als Lebensmittel aufzeigen. **(Weitere Informationen unter: www.sojafoerderung.de/aktuell/demonstrationsnetzwerk)** Der Sojaanbau hat sich in klimatisch begünstigten Regionen Deutschlands als erfolgreich erwiesen. An geeigneten Standorten ist es problemlos möglich mehrjährig ein sicheres Ertragsniveau zu erzielen. Um dieses Thema noch mehr in den Fokus zu rücken, will diese Broschüre Landwirte über die Anbauwürdigkeit dieser Kulturart näher informieren.

I.G. Pflanzenzucht

Inhalt

Sojabohnenzüchtung für den frühen Reifebereich	4
Pflanzenbauliche Grundlagen	9
Der Sojaanbau in der Praxis – Worauf ist zu achten?	12
Wirtschaftlichkeit des Sojaanbaus	24
Erfahrungen im Anbau und in der Vermarktung von Sojabohnen	28
Sortenübersicht	34

Impressum

Herausgeber:

I.G. Pflanzenzucht GmbH
 Nußbaumstr. 14, 80336 München
 Tel. 0 89/53 29 50-10
 Fax 0 89/53 29 50-60
 info@ig-pflanzenzucht.de
 ig-pflanzenzucht.de

Autoren:

Dr. Christian Gladysz, *Saatbau, Linz*
 Jürgen Recknagel, *Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)*
 Josef Parzefall, *N.U. Agrar GmbH Produktionstechnik*
 Dr. Robert Schätzl, *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), München*
 Jürgen Unsleber, *Berater Soja Netzwerk*

Bildnachweis:

agrar-press, AgroConcept, fotolia,
 landpixel, NUagrar

Schutzgebühr:

5,- € pro Exemplar plus Versandkosten

Sojabohnenzüchtung für den frühen Reifebereich

am Beispiel der Saatbau Deutschland GmbH

Die Sojabohne ist eine sehr alte Kulturart deren Ursprung in Südwestchina liegt. Der berühmte russische Genetiker Wawilow ordnet die Herkunft der Sojabohne dem Genzentrum „Gebirgiges China, Nepal und angrenzende Regionen“ zu. Von da breitete sich die Sojabohne Richtung Osten bis nach Japan aus, um dann über Europa nach Amerika zu gelangen, wo heute die größten Anbaugelände liegen.

Am Anfang stand die Auslesezüchtung

Die ersten Berichte europäischer Sojabohnenkultivierung reichen bis ins 19. Jhd. zurück. Zu diesem Zeitpunkt steckte die Pflanzenzüchtung noch in den Kinderschuhen und somit beschränkte sich die Entwicklung von geeigneten Stämmen für Europa früher auf reine Selektionsarbeit. Anfang der 30er Jahre begann die aktive züchterische Bearbeitung der Sojabohne in Europa. Der Standort Dornburg an der Saale in der damaligen DDR war einer von mehreren relativ weit im Norden Europas liegenden Sojazuchtstationen. In den Nachkriegsjahren entstand hier die Sorte „Dornburger Weißblühende“ durch einfache Auslesezüchtung.

Fortschritte durch Linienzüchtung

Mit Weiterentwicklung der Züchtungsmethoden wurde auch in Dornburg von Auslesezüchtung auf Linienzüchtung umgestellt. Nach der politischen Wende wurde das Zuchtprogramm von der Saatbau Linz gekauft und in Reichersberg am Inn (AT) weitergeführt.

Sojabohnenzüchtung der I.G. Pflanzenzucht-Gesellschafter:

- Saatzucht Gleisdorf
- Pflanzenzucht Oberlimpurg
- Saatbau Deutschland GmbH

Der Hauptgrund für den Kauf war die stetig steigende Anbaufläche der Sojabohne in Österreich Anfang der 90er Jahre. Mit dem Beitritt zur EU und der damit verbundenen Umstellung der Agrarförderungen fiel der Anbau von 55.000 ha auf unter 15.000 ha zurück. In den letzten Jahren stieg die Fläche wieder auf über 44.000 ha im Jahr 2014 an. Nach derzeitigen Schätzungen dürfte sich der Anbau auf einem Niveau von 35–40.000 ha halten. Damit liegt Soja in der Anbaustatistik nur knapp hinter Winterraps (~50.000 ha) zurück – ein

starkes Zeichen für die Wettbewerbskraft der Sojabohne!

Im Gegensatz zu Österreich stagnierte der Sojaanbau in Deutschland über die Jahre hinweg bei 1.000 ha und darunter. In den letzten Jahren stieg – wenn auch regional begrenzt – der Anbau schätzungsweise auf über 7.000 ha an. Branchenexperten gehen davon aus, dass eine Flächenausdehnung auf über 10.000 ha bald erfolgt. Wenngleich das Ausmaß noch gut überschaubar ist, so ist es doch ein wichtiger erster Schritt. Der Bedarf an Sojabohnen für die Verarbeitung liegt ohnehin deutlich höher. Dass sich in punkto Sojaanbau sehr viel bewegt, kann man auch an der ausge-

dehnten Versuchstätigkeit der Länderdienststellen, Agrarberater und nicht zuletzt Saatguthändler gut erkennen. Landessortenversuche für Soja gibt es mittlerweile in fast allen deutschen Bundesländern.

Frühreife als wichtiges Zuchtziel

Die Ausweitung des Anbaus frühreifer Sojabohnen ist auch in Tschechien, in der Slowakei und testweise auch in Polen und Skandinavien zu beobachten. Entscheidende Faktoren hierbei sind neben den Sorteneigenschaften auch geeignete Vermarktungs- bzw. Verarbeitungsmöglichkeiten der Ernteware. Während das politische Ziel einer euro-



Sortenbedingter Abreifeunterschied von 12 Tagen

päischen Eiweißautarkie (=Unabhängigkeit von Eiweißimporten) mittelfristig unerreichbar ist, ist es möglich regional oder projektbezogen (z. B. im Ökolandbau oder ein großer Teil der Lebensmittelproduktion) diese Versorgung zu gewährleisten.

Gerade in Deutschland ist das Anbaupotential dieser Kulturart noch lange nicht erreicht. Die Konkurrenzfähigkeit der Sojabohne im Vergleich zu Wintergetreide, Winterraps, Mais und Sommergetreide ist mehrfach bewiesen. Das Frühjahr 2011 liefert einen guten Beweis dafür, dass trotz schwankender Agrarpreise und sehr unterschiedlicher Fördersysteme die Sojabohne dauerhaft einen Platz in einer gesunderen agrarischen Fruchtfolge einnehmen kann.

Im österreichischen und deutschen Markt dominieren bisher eindeutig Sorten kanadischen Ursprungs, welche sich sehr gut für den Anbau in Europa eignen. Der Anteil europäischer Sorte steigt erst im späteren Reifebereich 00 und 0 an. Die bisherige Position Kanadas als Herkunftsland geeigneter Sorten veränderte sich gravierend durch den Umstieg der meisten Züchterhäuser auf die Züchtung gentechnisch veränderter Sorten. Bei einer weltweiten Anbaufläche von ca. 112 Mio. ha¹ im Jahr 2013, beträgt der Anteil nicht gentechnisch veränderter Sorten mittlerweile weniger als 30% der gesamten Anbaufläche. Verstärkend zur Problematik eines stetig steigenden Sojabedarfes kommt hinzu, dass der steigende Bedarf an GVO-freien



Die winzige Sojablüte bereitet den Züchtern oft Probleme bei den Kreuzungsarbeiten.

Sojabohnen in Europa einem fallenden Angebot gegenübersteht – selbst in Brasilien, dem Hauptanbaugebiet der GVO-freien Sojabohne, liegt der Anteil nur noch bei 10 % – Tendenz fallend. Dieser Umstand hat uns veranlasst die Sojabohnenzüchtung wieder verstärkt zu betreiben und ein eigenes Zuchtprogramm für frühe, gentechnikfreie Sorten zu starten. Durchgeführt wird das Programm von der Saatzucht Donau, einem Züchtungsunternehmen der Saatzucht Linz und der Probstdorfer Saatzucht.

Zuchtmethoden

Botanisch gesehen ist die Sojabohne ein strikter Selbstbefruchter, das heißt es kommt nur in seltensten Fällen zu einer Fremdbefruchtung. Das bringt Vor- und Nachteile mit sich. Es ist relativ einfach ungewollte Fremdbestäubungen zu verhindern und somit besteht auch ein ge-

¹Quelle: USDA, transgen, 04/204

ringerer Isolationsbedarf in der Saatgutvermehrung. Im Gegenzug treten durch die winzige Sojablüte Probleme bei der Kreuzungsarbeit auf. Der Züchter muss beim Kreuzen der Ausgangseltern mit einer Lupe und einer sehr feinen Pinzette arbeiten. Er entfernt die nur 1 mm langen Pollensäcke aus der Blüte und bringt Fremdpollen auf die möglichst unbeschädigte Narbe. Die Erfolgsquote liegt bei 20–30 %. Der geringe Anteil tatsächlicher Kreuzungskörner erfordert eine Überprüfung der 1. Folgegeneration (= F1-Generation) auf Heterozygotie (Gemischterbigkeit). Sehr zeiteffektiv ist hier der Einsatz molekularer Marker, mit denen jede einzelne Pflanze analysiert wird.

Die zum Einsatz kommende Zuchtmethode ist die für Selbstbefruchter übliche Linienzüchtung. Es gibt zwar immer wieder Ansätze die Hybridzüchtung in der Sojabohne zu etablieren, jedoch ließen sich diese in der Praxis bisher noch nicht umsetzen. Bei der Linienzüchtung werden die anfangs heterozygoten (gemischterbigen) Kreuzungsnachkommen (=Stämme) konsequent selbstbefruchtet („geselbstet“) bis nach 8–9 Generationen die Stämme ausreichend homozygot (reinerbig) sind, dass sie sich nicht mehr verändern. Die Stabilität eines Stammes ist eine Voraussetzung für die im Rahmen der Sortenzulassung durchgeführte Registerprüfung. In den 8 Jahren intensiver Selektion wird ein Großteil der Stämme weggeworfen. Aus 100-ten Stämmen werden nur einige wenige jemals zu einer Sorte.

Wegen der verhältnismäßig kurzen Vegetationszeit (Mai–September) eignet sich die Sojabohne gut für 2 Vegetationsperioden pro Jahr. Während der europäischen Wintermonate, findet in Chile eine sogenannte Zwischenvermehrung statt. Dadurch ist es möglich die ohnehin sehr teure und lange Züchtungsarbeit entscheidend zu beschleunigen.

Frühe, ertragreiche Sorten

Die Hauptzielgebiete unserer Sojazüchtung sind die sehr frühen Anbauregionen in Europa. Die Zuchtziele, die wir definiert haben, sind deshalb teilweise unterschiedlich zu jenen amerikanischer oder südeuropäischer Züchter. Das wichtigste Zuchtziel ist der Ertrag. Die interessantesten Sortenmerkmale überzeugen nicht, wenn ein geringer Ertrag die Wirtschaftlichkeit des Anbaus nicht garantiert. Bei sehr frühen Sojasorten ist diese Ertragsschwäche ein Grund für die geringe Anbauwürdigkeit. Derzeit gibt es nur wenige Sorten, die Ertrag und Frühreife gut kombinieren. Bei der Wahl möglicher Kreuzungseltern wird vorrangig auf frühreife und ertragreiche Sorten geachtet.

Global gesehen wird die Sojabohne als Ölpflanze definiert, während in Europa die Bedeutung des Ölgehaltes klar hinter jene des Proteingehaltes zu reihen ist. Eine kontinuierliche Erhöhung des Proteingehaltes – auch wenn der Ölgehalt dabei sinkt – ist ein wichtiges Zuchtziel. Einen großen Vermarktungsvorteil würde eine Erhöhung der Bohnenquali-

tät durch Reduktion antinutritiver (verdauungshemmender) Substanzen, oder durch Verbesserung von Geschmacksparemtern (nussig statt erdig), die für die Verfütterung bzw. Humanernährung wichtig sind, bedeuten.

Saatguterzeugung

Ein Problem, welches Saatgutproduzenten bei Soja oft haben, sind verringerte Keimfähigkeiten des Vermehrungssaatgutes, die durch mechanische Beschädigungen der empfindlichen Samenschale entstanden sind. Sojasorten mit einer geringeren Neigung zum Schalenbruch helfen, die Saatgutproduktionskosten zu reduzieren. Eine gute Produzierbarkeit ist ohnehin ein wichtiger Gradmesser zur erfolgreichen Entwicklung einer Sorte.

GMO-freie Sorten

Die europäischen und transatlantischen Züchtungsschwerpunkte unterscheiden sich schon heute deutlich und werden zukünftig noch weiter auseinander liegen. Die GMO-Freiheit der heimischen Sojaproduktion ist ein ganz wesentliches Beispiel dafür. Die weitere Entwicklung des Sojaanbaus in Europa wird deshalb eng an die Erfolge der heimischen Sojazüchtung geknüpft sein. Diese Chance wollen wir nützen. Wir werden hoffentlich schon in wenigen Jahren mit Eigenzüchtungen den europäischen Sortenmarkt bereichern können.

Dr. Christian Gladysz



Die Chancen für den Sojaanbau in Mitteleuropa hängen in hohem Maße von der Entwicklung leistungsfähiger Sorten ab.

Pflanzenbauliche Grundlagen

Bei der Sojabohne (*Glyzine max, L.*) handelt es sich um eine sommerannuelle Hülsenfrucht, die sich durch einen hohen und qualitativ hochwertigen Eiweißgehalt von rund 40% sowie einen Ölgehalt in der Größenordnung von 20% auszeichnet.

Physiologie

Als Leguminose besitzt die Sojabohne die Fähigkeit zur Stickstoffbindung aus der Luft. Allerdings sind die dazu notwendigen Rhizobien (*Bradyrhizobium japonicum*) nicht von Natur aus in unseren Böden vorhanden. Sie müssen deshalb durch eine Impfung des Saatguts oder des Bodens zugefügt werden. Es handelt sich dabei um spezielle Rhizobienstämme für Sojabohnen, die meist mit Torf vermischt in pulveriger Form auf das Saatgut aufgebracht oder aber in Form von Granulat in den Boden gedreht werden. Da sie sehr empfindlich gegen Austrocknung und UV-Licht sind, muss das behandelte Saatgut möglichst bald nach der Impfung ausgesät werden. Teilweise wird die Haltbarkeit der Impfung durch einen Schutzfilm auf 2 Tage verlängert. Bei einem Verfahren wird die Haltbarkeit sogar auf mehrere Wochen ausgedehnt, so dass das Saatgut bereits geimpft ausgeliefert werden kann. Beim erstmaligen Anbau von Sojabohnen auf einem Schlag empfiehlt sich eine höhere Aufwandmenge des Impfpräparats bzw.

die zusätzliche Frischimpfung auch bei bereits vorgeimpftem Saatgut. Kommt die Sojabohne nach einem erfolgreichen Erstanbau mit gutem Knöllchenansatz innerhalb von drei Jahren wieder auf denselben Schlag mit mittleren Bodeneigenschaften zurück, kann der Impfmittelaufwand, der normalerweise eine Packung je Hektar beträgt, etwas reduziert werden. Eine Stickstoffdüngung kann eine erfolgreiche Impfung nicht vollständig ersetzen, insbesondere was den Eiweißgehalt angeht. Sie darf deshalb nur im Notfall erfolgen, wenn zu Blühbeginn immer noch keine Knöllchenbildung erkennbar ist und der Bestand sich aufhellt.



Quelle: Jürgen Unsleber

Beim erstmaligen Sojaanbau empfiehlt sich eine höhere Aufwandmenge des Impfpräparates, um eine bessere Knöllchenbildung zu gewährleisten.



Die Wärmeansprüche der Sojabohne entsprechen in etwa denen des Körnermais.

Bei Schäden durch Hagel oder Wildverbiss vor der Blüte weist die Sojabohne ein erstaunliches Regenerationsvermögen auf.

Klima

Die Sojabohne hat grundsätzlich ähnliche Wärmeansprüche wie Körnermais. Wie beim Körnermais gibt es verschiedene Reifegruppen von den sehr frühen 000-Sorten, die in Gebiete passen, wo in Mitteleuropa auch mittelfrüher Körnermais noch ausreift, bis zu den 00-Sorten für Gebiete, in denen auch mittelspäter Körnermais ausreift. Zu beachten ist jedoch, dass die Sojabohnen zwar wie Körnermais bereits ab Mitte April, wenn die Bodentemperaturen 10–12 °C erreicht haben und für die nächsten 1–2 Wochen kein Kälteeinbruch absehbar ist, gesät werden können, aber bereits Ende September gedroschen werden

sollten, da im Oktober die Abtrocknung erfahrungsgemäß nur noch sehr zögerlich fortschreitet. Wichtig sind deshalb eine zügige Jugendentwicklung und Sommertemperaturen, die insbesondere während der Blüte im Juli auch nachts nicht unter 10 °C absinken. Zu meiden sind deshalb nicht nur die rauen Lagen, sondern auch die Spätfrostlagen und Kaltluftsenken.

Bei ausreichendem Wärmeangebot ist die Wasserversorgung während der Blüte im Juli und der Kornfüllungsphase im August entscheidend für den Anbauerfolg. Diese kann durch Niederschläge erfolgen oder aus den Vorräten des Bodens kommen. Auf Standorten mit geringer nutzbarer Feldkapazität ist eine Beregnungsmöglichkeit praktisch unabdingbar. Während der Jugendentwicklung vertragen Sojabohnen Trockenheit besser als viele andere Kulturen. Bei Trockenheit während der Abreife kann der Feuchtegehalt im Korn binnen einer Woche von 35% auf die Druschreife von 15% absinken.

Die nachstehende Wärmesummenkarte kann nur der groben Orientierung dienen, da einerseits der berücksichtigte Zeitraum bis Mitte November für die Sojabohne zu lang ist und andererseits sich die Klimaerwärmung seit Anfang der 90er Jahre durchaus bemerkbar gemacht hat. Aktuell hat der Sojaanbau seinen Schwerpunkt im Bereich der mittleren, günstigen und besten Lagen von Süddeutschland. Erfolgreiche Pioniere finden sich aber auch in entsprechenden Lagen Mitteldeutschlands.



Anbaubereiche Sojabohnen nach Reife-Positionierung und Wärmesummen

- Reife-Positionierung nach Wärmesummen (°C)
- 1001 bis 1100 } raue Lagen (kein Anbau)
 - 1101 bis 1200 } Übergangslagen
 - 1201 bis 1300 } Übergangslagen
 - 1301 bis 1400 } mittlere Lagen
 - 1401 bis 1500 } günstige Lagen
 - 1501 bis 1600 } beste Lagen
 - über 1600 } beste Lagen

* Frostfreie Tage zwischen 15.04. und 15.11. (8 – 30°C), 1961 – 1990

Quelle: JKI

Boden

Für den Sojaanbau sind lockere, leicht erwärmbare Böden mit guter Struktur und einer hohen Wasserkapazität ideal. Ungeeignet sind Böden mit Staunässe und Verdichtungen im Wurzelbereich. Flächen mit Wurzelunkräutern wie Winden und Disteln oder mit Nachtschatten sind zu meiden, da diese in Soja kaum bekämpfbar sind. Zu beachten sind auch Nachbaubeschränkungen für Leguminosen beim Einsatz bestimmter Maisherbizide in der Vorfrucht, vor allem bei extensiver Bodenbearbeitung. Böden mit starker Stickstoffnachlieferung hemmen die Knöllchenbildung

und führen zu Lager und Reifeverzögerung. Auf Böden mit mehr als 10 % freiem Kalk kommt es zu Eisenchlorosen und starker Wuchshemmung. Der pH-Wert sollte im schwach sauren bis neutralen Bereich liegen.

Der Boden sollte in wenigen Arbeitsgängen auf Saattiefe möglichst eben und nicht zu fein hergerichtet werden. Bei zu Verschlammung neigenden Böden kann eine Hacke eingeplant werden. Bei steinigem Boden muss unbedingt die Walze eingesetzt werden, da bei der Ernte das Schneidwerk tief abgesetzt werden muss.

Jürgen Recknagel

Der Sojaanbau in der Praxis – Worauf ist zu achten?

Das Wurzelwerk der Sojabohne ist eine Kombination aus einer kräftigen Pfahlwurzel und einem stark ausgebildeten Seitenwurzelsystem. Sowohl an den Seitenwurzeln als auch an der Pfahlwurzel sitzen die Knöllchen mit den darin enthaltenen N-fixierenden Bakterien, den Rhizobien. Die Pfahlwurzel der Soja ist in der Lage, auch dichtlagernde Bodenschichten zu durchdringen.

Bodenbearbeitung

Im Gegensatz zu den Körnererbsen besitzt die Sojabohne eine vergleichsweise hohe Toleranz gegenüber Bodenverdich-

tungen und kann auch auf schwer durchwurzelbaren Böden mit höheren Tonanteilen angebaut werden. Obwohl sie mit reduzierten Bodenbearbeitungsverfahren und auch Direktsaaten gut zurechtkommt, reagiert die Sojabohne positiv auf eine intensivere Bodenlockerung. Die Ursache hierfür liegt in der intensiveren Ausbildung der Seitenwurzeln und damit verbunden mit einem stärkeren Besatz an Rhizobien-Knöllchen.

Ein schneller Tiefgang der Pfahlwurzel durch einen leicht durchwurzelbaren Boden führt zu einer Zunahme der Pflanzenlänge. Innerhalb einer Reife-



Die Sojabohne benötigt lockere, leicht erwärmbare Böden mit guter Struktur.

gruppe besteht eine hohe positive Korrelation des Kornertrages zur Pflanzlänge. Deshalb bleibt die Sojabohne auf verdichteten, zu wenig tief gelockerten Böden im Wachstum oft zu kurz wie z. B. 2013. Damit einher geht eine verringerte Anzahl an Hülsen/Pflanze und auch niedrigere KZ/Hülsen. Das Längenwachstum aller oberirdischen Pflanzenteile, also auch der Hülsen und auch der Körner wird bestimmt durch die Hormonproduktion in den Wurzelspitzen. Bilden sich bei einem hohen Feinerdanteil in Wurzelnähe viele Fein- bzw. Seitenwurzeln aus, führt dies zu einer höheren Produktion längenwachstumsstimulierender Hormone (Auxine).

Tendenziell nimmt in wenig gelockerten, zu festen Böden die Seitenwurzelbildung der Sojabohne ab, was in der Folge auch zu einem niedrigeren Knöllchenbesatz führt. Süddeutsche Ertragsergebnisse in 2009 und 2010 bestätigen, dass ein zu schlecht ausgebildetes Seitenwurzelwerk infolge zu fester, zu wenig gelockerter Böden zu Ertragsminderungen führt, während gut gelockerte Böden regelmäßig die besten Erträge brachten. Deshalb führt ein hoher Feinerdanteil regelmäßig zu einem besseren Knöllchenbesatz, weil mehr Seitenwurzeln angelegt werden. Aber im Vergleich zu anderen Kulturen (z. B. Mais, Weizen) bleibt die relative Überlegenheit der Sojabohne auf Böden mit höherer Lagerungsdichte bestehen.

Da die Sojabohne vor allem als Alternative zu spät gesäten Winterweizen

Maßnahmen der Bodenbearbeitung

- Je später die Vorfruchternte, um so tiefer muss gelockert werden
- Keine Lockerung bei Nässe/hoher Bodenfeuchtigkeit
- Ernterückstände homogen einmischen; Maisstroh mulchen!
- Streifenlockerung nur bei trockenen Bedingungen; i.d.R. nach Getreide
- Tonig-lehmige Böden: Immer im Herbst lockern
schluffig-sandige Böden: Lockerung auch im Frühjahr möglich

Kritisch: geringer Feinerdanteil und hohe Strohkonzentration in der obersten Bodenschicht

nach spät räumenden Vorfrüchten (Mais, Zuckerrüben) gesehen wird, hat sie diesem gegenüber schon den Vorteil der geringeren Ansprüche und Kosten hinsichtlich der Bodenbearbeitung. Im Regelfall reicht es, wenn hier tief gegrubbert wird, was jedoch bei feuchten Bodenverhältnissen im Spätherbst nicht immer, auf schwereren Böden kaum gelingt. Deswegen greift die Praxis gerade nach späträumenden Vorfrüchten gerne wieder zum Pflug, um der Sojabohne im Frühjahr einen schnellen Start und eine gute Seitenwurzelbildung zu ermöglichen.

Saatbettbereitung und Aussaat

Im Frühjahr hat die Sojabohne bei der Aussaat keine so hohen Ansprüche an den Feinerdanteil, wie z.B. der Mais oder die Erbsen. Allerdings muss der Kontakt des Saatkorns zum Boden trotzdem sichergestellt sein, weil die Sojabohne einen relativ hohen Keimwasserbedarf hat. Deswegen haben sich Ablagetiefen von mindestens 3 cm bewährt, ebenso wie Druckrollen hinter den Säscharen. Bei trockenen Bedingungen sorgt ein sofortiges Anwalzen nach der Saat meist für einen besseren Feldaufgang. Beginnt die Sojabohne jedoch mit dem Schieben der Keimblätter, so darf nicht mehr gewalzt werden, weil sonst die Blattstiele abbrechen. In der

Praxis haben sich Einzelkornsäugeräte in der Sicherheit und in der Geschwindigkeit des Feldaufganges als überlegen herausgestellt.

Besonders bei trockenen Bedingungen, aber auch bei eher ungünstigeren Saatbettbedingungen (zu rau) ist die Einzelkornsaat der Drillsaat überlegen. Als idealen Reihenabstand bei der Einzelkornsaat hat sich der halbe Maisreihenabstand, also 37,5 cm, bewährt. Weitere Reihenabstände führen dagegen zu einem zu engen Abstand in der Reihe. Ganz offensichtlich honorieren die späteren und damit verzweigenden Sorten die Einzelkornsaat stärker als die frühreifen und kaum verzweigenden Sorten. Bei der Einzelkornsaat werden aber



Saat von Sojabohnen



Die Sojabohne hat einen relativ hohen Keimwasserbedarf.

grundsätzlich die unteren Blätter besser belichtet, vor allem im ertragsentscheidenden Zeitraum der Blüte.

Durch die bessere Belichtung unterer Blätter werden mehr Assimilate an die Wurzel geliefert und damit ganz zwangsläufig auch die Knöllchen-Rhizobien besser mit Assimilaten versorgt, die fast 60 % der von oberirdischen Pflanzenteilen an die Wurzeln gelieferten Assimilatmenge verbrauchen.

Deswegen führt eine Einzelkornsaat nach aller Erfahrung zu einer längeren Lebensdauer der Rhizobien, aber auch zu einer höheren Aktivität derselben und damit zu einer höheren N-Versorgung der oberirdischen Pflanzenteile.

Während die frühen, nicht verzweigenden Sorten auf zu enge Abstände wenig negativ reagieren, büßen die späteren verzweigenden Sorten doch an Verzweigungsleistung ein, wenn sie zu eng zusammenstehen, was bei einer Drillsaat häufiger der Fall ist, bei einer Einzelkornsaat jedoch nicht. Bei den frühen Sorten liegen die Saatstärken zwischen 70 und 80 Kö/m², wobei die niedrigeren Saatstärken für die schwächeren Böden bzw. für späte Aussaaten gelten. Bei den späteren Sorten liegen die Saatstärken dagegen zwischen 55 und 65 Kö/m². Hier sind die niedrigeren

Kriterien für Aussaat und Feldaufgang

- Hoher Feinerdeanteil im Saathorizont:
 - schnellerer Feldaufgang, wenig Verluste
 - höhere Toleranz gegenüber Kühle, Herbizidverlagerung
 - homogener Feldaufgang
- Ablagetiefe mindestens 3 cm, besser 4 cm:
 - sichere Saatgutabdeckung
 - Schutz vor Taubenfraß
 - Schutz vor evtl. Herbizid-einwaschung
- Druckrollen, walzen:
 - walzen nur bei trockenen Bedingungen, keinesfalls mehr nach Keimbeginn!

Werte für frühere Aussaat (z. B. Anfang April) und ebenfalls dann auf schwächeren Standorten zu wählen, während die höheren Saatstärken bei diesen Sorten v. a. für spätere Aussaaten, also ab ca. 20./25. April anzusetzen sind. Die angegebenen Saatstärken beziehen sich auf keimfähige Körner.

Hintergrund für diese Differenzierung ist die nachlassende Verzweigungsleistung, wenn die Tageslänge zum Feldaufgangszeitpunkt infolge späterer Saattermine zunimmt. Dann muss eine höhere Saatstärke die fehlenden Seitentriebe ausgleichen. Sehr kritisch wird es, wenn durch ungünstige Bedingungen die Pflanze zu kurz wird und damit die Hülsenzahl zurückgeht. Sind dementsprechend wirksame Aufwuchsbedingungen schon bei der Saat absehbar, muss besonders bei den frühen und auch bei den kurzen Sorten die Saatstärke erhöht werden.

Pflanzenschutz

Die Ziele beim Herbizideinsatz sind einmal die Unkrautfreiheit zur Ernte, gleichzeitig aber eine möglichst gute Verträglichkeit der eingesetzten Mittel. Mit Sencor WG, Stomp Aqua, Harmony SX und Basagran sind nur sehr wenig Mittel zugelassen, um breitblättrige Unkräuter zu bekämpfen. In der Praxis hat sich immer wieder herausgestellt, dass die blattaktiven NA-Spritzungen mit Harmony SX und Basagran, u. U. auch zusammengemischt, die Sojabohne empfindlich belasten, wenn zur Spritzung

oder danach ungünstige, also kühlere Wachstumsbedingungen herrschen.

Gerade das physiologisch sehr aktive Harmony SX führt bei kühler Witterung zu einer deutlichen Entwicklungsverzögerung, weil dann der Wirkstoff in der Sojapflanze zu langsam abgebaut wird. Wenn überhaupt, so sollten Harmony SX oder Basagran nur bei warmer, sonniger Witterung eingesetzt werden und nur zur Lösung spezieller Probleme, wie z. B. Harmony gegen Ausfallraps oder Basagran gegen Schwarzen Nachtschatten.

Ebenso kritisch kann die Anwendung von Stomp Aqua im Voraufbau sein, wenn nach der Anwendung stärkere Niederschläge fallen und damit der Wirkstoff in den Bereich des Keimlings und des Hypokotyls eingewaschen wird. Dieses Problem tritt besonders auf leichteren Böden stärker auf und oft auch bei zu flacher Saatgutablage. Die Folge ist nicht nur eine starke Schädigung des früh angelegten Blattapparates, sondern eine Beeinträchtigung der Stengelbasisstabilität, die mit zunehmender Entwicklung zur Reife hin zu stärkeren Standfestigkeitsproblemen führen kann.

Darüber hinaus deckt selbst eine Kombination von Stomp Aqua + Sencor WG (z. B. –3 l/ha + 0,4–0,5 kg/ha) nicht alle Unkräuter und Ungräser ab. Bestens bewährt hat sich in der Praxis dagegen die von der NU Agrar konzipierte 3er-Mischung aus 0,2–0,3 l/ha Centium CS + 0,5–0,75 l/ha Spectrum + 0,35–0,5 kg/ha Sencor WG im VA gleich nach der Saat. Für Centium CS

und Spectrum muss der Anwender bei der zuständigen Landesanstalt einen Antrag zum Einsatz in Soja nach § 12 stellen, der i.d.R. gewährt wird.

Trotzdem macht der Herbizideinsatz in der Praxis immer noch größte Probleme. Der Anteil unkrautfreier Flächen zur Ernte ist ganz offensichtlich stark rückläufig. Das Hauptproblem ist die Bekämpfung des Weißen Gänsefußes und der Melden, z.T. auch des Nachtschattens. Eine Lösung für die breite Praxis unter möglichst vielen Bedingungen ist leider nicht in Sicht. Zwar wären

höhere Stomp-Aqua-Mengen im VA eine gewisse Wirkungsverbesserung, jedoch kann dies unter ungünstigen Situationen zu größeren Verträglichkeitsproblemen führen. Es gibt keine für die Sojabohne verträglichen Wirkstoffe mit deutscher Zulassung, die den Gänsefuß und die Melden zuverlässig bekämpfen. Am saubersten bleiben die Sojaflächen meistens, wenn die Sojabohne nach Mais steht. Hier schlägt die starke Wirkung der gängigen Maisbodenherbizide voll durch. Werden Sojabohnen pfluglos nach Getreide bestellt, so ist



Für den Sojabohnenanbau sind nur sehr wenige Pflanzenschutzmittel zugelassen.



Mischverunkrautung in einem Sojabestand.

eine Vorsaatbehandlung mit Glyphosat meist zwingend notwendig, um Altunkräuter und bestocktes Ausfallgetreide zu bekämpfen, was nach der Saat nicht mehr möglich ist.

Die niedrigeren angegebenen Mengen der Bodenherbizide im VA sollten auf den leichteren Böden eingesetzt werden, während man auf besseren, schwereren Böden die höheren Aufwandmengen einsetzt. Die VA-Maßnahme sollte am besten sofort nach der Saat gespritzt werden, während demgegenüber Bestände kurz vor dem Durchstoßen nicht mehr behandelt werden können. Wegen der oft nicht ganz sicheren Wirkung von VA-Herbiziden dürfte die Spritzfolge aus einer breit wirksamen VA-Spritzung, gefolgt von einer angepassten

NA-Spritzung die sicherste Möglichkeit sein, die Bestände bis zur Ernte weitgehend sauber zu halten.

Müssen im Nachauflauf noch Ungräser, z. B. Hirsen, bekämpft werden, so stehen mit Focus Ultra und Fusilade Max zwei zugelassene Mittel zur Verfügung. Aus Gründen der Verträglichkeit ist dabei das Focus Ultra eindeutig zu bevorzugen. Denn obwohl Gräsermittel eigentlich keine Wirkung auf zweikeimblättrige Pflanzen haben, so gibt es doch recht eindeutige Hinweise aus der Praxis auf unterschiedliche Verträglichkeiten.

Weltweit gesehen ist Focus Ultra das meist eingesetzte Graminizid in der Sojabohne. Hier ist anzumerken, dass in vielen Anbaugebieten der hohe Lösungsmittelanteil im Fusilade Max bei

sehr hohen Temperaturen der wohl entscheidende Pluspunkt für das verträglichere Focus Ultra ist.

Alle NA-Behandlungen (Harmony SX, Basagran, Focus Ultra) sollten generell bei wüchsigen Bedingungen, also höheren Temperaturen und auch sonniger Witterung durchgeführt werden. Unter diesen Bedingungen werden die Herbizidwirkstoffe am schnellsten metabolisiert. Auf keinen Fall sollten aber Mischungen aus Gräserherbiziden und Harmony SX oder Basagran im NA eingesetzt werden!

Düngung

Die Sojabohne benötigt wie alle Leguminosen Knöllchenbakterien zur N-Versorgung. Diese gehen mit Soja eine Symbiose ein, indem sie N_2 aus Luft fixieren und Stickstoff an die Pflanze abgeben. Das spezielle Bradyrhizobium japonicum ist in unseren Böden nicht natürlich vorhanden und muss deshalb als Zusatz mit der Saat ausgebracht werden.

Die Aktivität der Knöllchenbakterien (Rhizobien) sichert den Großteil der N-Versorgung der oberirdischen Pflanzenteile bei der Sojabohne. Dabei sind aber nicht alle ausgebildeten Knöllchen auch tatsächlich aktiv bzw. N-liefernd. Letzteres ist dann der Fall, wenn die Knöllchen beim Zerdrücken eine Rosafärbung aufweisen, ein Hinweis auf den sauerstoffbindenden Farbstoff Leghämoglobin. Dieser fängt den Sauerstoff ab, der sonst für die N_2 -fixierenden Enzyme stark hemmend wäre.

Im Höchstfall sind nur 40–50 % der Sojknöllchen tatsächlich N_2 -fixierend, weshalb auf einen möglichst hohen Knöllchenbesatz größter Wert zu legen ist. Dieser wird durch eine frühzeitige sog. Infektion der Seitenwurzeln eingeleitet, welche durch zu hohe Nitratgehalte im Boden, aber auch durch eingewaschene Herbizide (z. B. Stomp 2010) vermindert oder gar verhindert werden kann.

Da der Knöllchenbesatz mit der Anzahl der Seitenwurzeln einhergeht und diese wiederum in einem lockeren Boden besser ausgebildet werden, besteht ein grundsätzlich positiver Zusammenhang zwischen der Durchwurzelbarkeit des Oberbodens (Lockerungsintensität) und dem Knöllchenbesatz.

Wie bereits erwähnt, können hohe Nitratgehalte eine erfolgreiche Infektion der Sojawurzeln durch Rhizobien verhindern. Deswegen sollte ab Aberntung der Vorfrucht keinerlei N-Dünger, v.a. nicht organische, ausgebracht werden. Trotzdem kann auf stark N-nachliefernden Böden, z. B. bei langjährig organischer Düngung, unter günstigen Umsetzungsbedingungen (feucht-warmer Winter) schon im Frühjahr das Risiko bestehen, dass zu hohe frei verfügbare N-Mengen in der obersten Bodenschicht vorliegen, was nicht zu verhindern ist. Im Idealfall steht deswegen die Sojabohne nach Kulturen, die wegen hoher Erträge bzw. hoher Ertragszuwächse im Herbst und damit auch noch hohen N-Entzügen im Herbst nur vergleichsweise geringe Rest-N-Mengen im Boden hin-

terlassen. Im Regelfall ist das nach spät geernteten Zuckerrüben, aber oftmals auch nach ertragsstarken Silo- und Körnermaisernten der Fall.

Auf Standorten die noch im Herbst eine hohe N-Mineralisation aufweisen, hat es sich bewährt, Zwischenfrüchte mit hohem N-Bedarf vor der Sojabohne anzubauen, u.U. auch als abfrierende Mulchsaat, wie z.B. Senf, Kresse, Ölrettiche, Ramtilt oder Mischungen derselben.

Bei Körnermais besteht sogar die Wahrscheinlichkeit, dass das Maistroh bei seiner Umsetzung im Boden vorerst

soviel Stickstoff bindet, dass selbst auf stark N-nachliefernden Böden während der Infektionsphase der Knöllchen (z. B. im Mai) ein Großteil des freigesetzten Boden-Stickstoffs die Knöllcheninfektion nicht behindert.

Es gibt Hinweise, dass auf schwachen Standorten eine zu niedrige Molybdän-Versorgung die Infektionsrate herabsetzen kann. In solchen Fällen hat sich eine Molybdänzugabe (100 g/ha Natriummolybdat) zur VA-Herbizidbehandlung etabliert. Allerdings muss dann das Molybdän durch Niederschläge in den Boden eingewaschen werden.

Je früher die Knöllcheninfektion beginnt, umso stärker ist der spätere Gesamtbesatz mit Knöllchen. Ein früher Beginn der Knöllchenaktivität hängt jedoch v.a. auch von der Witterung ab Beginn der Blattbildung ab. Der Energiebedarf für die Rhizobien und für den sehr energieaufwendigen Prozeß der N_2 -Fixierung wird durch die Assimilatproduktion, also die Photosyntheseleistung des Blattapparates, gedeckt.

Deswegen ist sonniges Wetter während der frühen Jugendentwicklung, während Blattfläche und Blattmasse noch vergleichsweise klein sind, immer optimal für einen frühen Beginn der Aktivität der Rhizobientätigkeit, was z. B. 2009 eine Ursache für die hohen Erträge war.

In späteren Entwicklungsabschnitten, v.a. während des größten Längenwachstums und während der Blüte und Kornfüllung, übernehmen die unters-



Während der Blüte besteht eine große Konkurrenz um Assimilate zwischen Knöllchen, Blüte und Kornanlagen.

ten Blätter die Assimilatlieferung an die Wurzeln und an die Knöllchen. Eine zu starke Beschattung, v.a. aber bedecktes Wetter zu diesen Entwicklungsphasen, führen zu reduzierter Knöllchenaktivität und damit zu abnehmender N-Lieferung an den oberirdischen Spross.

Wie schon erwähnt ist bei einer Einzelkornsaat die Belichtung der untersten Blätter besser, was zu einer höheren Aktivität der Rhizobien, aber auch zu einer längeren N_2 -Fixierung derselben führt. Gerade während der Blüte besteht eine ganz erhebliche Konkurrenz um Photosynthese-Assimilate zwischen den Knöllchen, den Blüten und schon befruchteten Kornanlagen bzw. Hülsen. Letztere haben immer die stärkste Anziehungskraft auf die Assimilate, die Wurzel dagegen die schwächste. Deswegen führt kühl-bedecktes Wetter zur Blüte, v.a. aber auch eine zu niedrige Blattmasse, immer zu einer zu niedrigen N_2 -Fixierung der Rhizobien und in der Folge auch zu einer schnell nachlassenden Aktivität derselben.

Es besteht ein sehr positiver Zusammenhang zwischen der Blattmasse bzw. Blattfläche zu Blühbeginn und dem Hülsen- bzw. Kornansatz und damit dem späteren Ertrag. Je größer die photosynthetische aktive Blattmasse während der Blühphase und auch während der Kornfüllung ist, umso länger ist nach aller Erfahrung auch die N-Lieferung durch die Rhizobien sichergestellt. Schwach belaubte Bestände zu Blühbeginn führten demgegenüber in der Pra-



Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Blattmasse sowie Hülsen- und Kornansatz.



Ab der Blüte bis zum Beginn der Kornfüllung kann eine mineralische N-Düngung mit Harnstoff von Vorteil sein.

xis oft zu recht schnell abreifenden, teils sogar zu verhungerten Beständen, v.a. auf schwächeren Böden.

Deswegen ist die Beurteilung der Bestände hinsichtlich ihrer Blattmasse, ihres Knöllchenbesatzes und der Blütenansätze zu Blühbeginn ein entscheidender Termin in der Bestandesführung. Unter sehr günstigen Bedingungen, wenn eine hohe Blattmasse und eine hohe Blüten- und dann auch Hülsenzahl einen sehr hohen Ertrag erwarten lassen, kann eine zusätzliche mineralische N-Düngung ab der Blüte bis zum Beginn der Kornfüllung von Vorteil sein. Es ist dann anzunehmen, dass die N-Versorgung der zahlreich angelegten Hülsen

durch die Rhizobien und auch durch die natürlichen N-Vorräte aus der Mineralisation der Böden nicht mehr vollständig gedeckt werden.

Dies gilt v.a. dann, wenn eine vergleichsweise frühe Blüte ab Ende Juni auch noch einen frühen Beginn der Kornfüllung erwarten lässt, was nach aller Erfahrung zu einem hohen TKG führt und damit ebenfalls das Ertragspotential erhöht. Entscheidet man sich für eine mineralische N-Gabe, so darf dies nur durch Harnstoff erfolgen!

Nitrathaltige N-Dünger, wie z.B. KAS, haben eine negative Wirkung, weil die Nitratreduktion in der Pflanze ebenfalls sehr viel Energie beansprucht, die aber

Entscheidende Kriterien für hohe Soja-Erträge

- Kurze Tageslänge zum Zeitpunkt des Feldaufganges
- Kein Herbizidstress
- Frühzeitige und starke Knöllchenbildung
- Hohe vegetative Masse zu Blühbeginn
- Hohe Einstrahlung ab Blühbeginn
- Hohe Temperaturen zur Blüte und Kornfüllung
- Gute Wasserversorgung während der Kornfüllung
- Trockene Bodenverhältnisse bei der Ernte



Hohe Sojabohnenerträge erfordern eine ausgewogene Düngung.

auch von den Rhizobien benötigt wird. Deswegen führt eine KAS-Gabe so wie sie in 2010 öfter praktiziert wurde, sogar zu einer noch schnelleren Reduktion und Beendigung der Knöllchenaktivität. Je nach Bestandesbeurteilung, N-Nachlieferung des Standortes, abschätzbarem Ertragspotential und Knöllchenbesatz liegen die zu düngenden Harnstoffmengen zwischen 1–1,5 dt/ha. Im Grenzbereich, in dem vieles nicht für eine N-Düngung als Harnstoff spricht, kann auch eine Blattdüngung mit 10–20 kg/ha N als Harnstoff, am besten in Kombination mit Spurenelementen (z. B. Bor, Zink) eingesetzt werden.

Die Sojabohne reagiert auf vielen Standorten positiv auf eine hohe Zink-

versorgung, ist Zink ja auch das Spurenelement, das die Produktion der Aminosäure Tryptophan stimuliert, welche eine wichtige Rolle bei Knöllcheninfektionen inne hat. Diese Zinkspritzung müsste jedoch im besten Fall schon frühzeitig, also ab Beginn der Laubblattbildung, erfolgen, um eine optimale Wirkung zu erzielen. Die Aufwandmengen betragen 0,75–1 l/ha bzw. noch besser 2 x 0,75 l/ha im Abstand von 10–12 Tagen. Kupfer und Mangan sollten keinesfalls gespritzt werden, denn sie haben bakterizide Wirkung und können zum Absterben von Rhizobien führen.

Josef Parzefall

Wirtschaftlichkeit des Sojaanbaus

In den vergangenen Jahren hat der Sojaanbau in Süddeutschland an Bedeutung gewonnen. Die Sojabohnen aus heimischer Erzeugung finden einerseits in der Lebensmittelindustrie Verwendung, andererseits werden sie zu hochwertigen Eiweißfuttermitteln aufbereitet und im Rahmen regionaler und ökologischer Er-

zeugungs- und Vermarktungsprogramme eingesetzt.

Ökonomisch ist der Vertragsanbau von Sojabohnen gegenüber anderen Mähdruschfrüchten durchaus wettbewerbsfähig. Die erzielten Deckungsbeiträge liegen im Mittel der Jahre auf dem Niveau von Qualitätsweizen und Winterraps (siehe Tab. 1). Möglich ist dies durch die vergleichsweise hohen Erzeugerpreise sowie die niedrigen variablen Kosten, insbesondere für Dünger und Pflanzenschutzmittel. Aufgrund der Stickstofffixierung durch Knöllchenbakterien ist keine Stickstoffdüngung erforderlich. Außerdem werden normalerweise keine Fungizide benötigt. Eine Trocknung auf 14% Feuchte ist etwa in jedem zweiten Jahr notwendig. Dementsprechend sind die Trocknungskosten in der Deckungsbeitragsrechnung ebenso wie bei Getreide und Winterraps anteilig berücksichtigt.

Um die Anbauwürdigkeit von Sojabohnen gegenüber anderen Früchten zu beurteilen, greift allerdings ein Vergleich der Einzeldeckungsbeiträge zu kurz. Sojabohnen, wie auch den übrigen Körnerleguminosen, wird im Allgemeinen ein hoher Vorfruchtwert zugeschrieben. Dieser schlägt sich ökonomisch in einer verbesserten Rentabilität der nachfolgenden Früchte nieder.

Insbesondere in ansonsten reinen Getreidefruchtfolgen wirkt sich ein Anbau von Sojabohnen, Futtererbsen, Ackerbohnen oder Lupinen positiv auf die Humusbilanz,



Sojabohnenernte

Tab. 1: Deckungsbeitrag von Sojabohnen und Vergleichsfrüchten im Mittel der Jahre 2009–2013 (einschließlich MwSt.)¹⁾

Fruchtart	Soja- bohnen	Winter- weizen (A)	Winter- gerste	Sommer- braugerste	Körner- mais	Winter- raps
Ertrag (dt)	28,5	70,0	59,0	50,5	99,1	35,3
Bruttopreis (€/dt)	45,25	20,30	17,50	19,58	19,76	41,38
Marktleistung (€/ha)	1.289	1.420	1.033	989	1.958	1.459
Saatgut	238	79	94	82	193	86
Dünger	105	350	261	211	385	311
Pflanzenschutz	80	155	132	101	98	175
variable Maschinenkosten	133	158	150	147	165	161
MR/Lohnunternehmer	135	122	122	122	143	137
Aufbereitung (Reinigung)	37	0	0	0	0	30
Trocknung	64	57	48	41	432	30
Hagelversicherung	36	25	22	21	41	80
Variable Kosten (€/ha)	829	946	828	726	1.457	1.011
Deckungsbeitrag (€/ha)	460	474	204	263	501	448

¹⁾ Mittlere Ertragsverhältnisse, Stand 22.05.2014

die Bodenstruktur und die Nährstoffumsetzung im Boden aus. Zudem werden Infektionszyklen bodenbürtiger Krankheitserreger unterbrochen. Daher bringt ein auf Körnerleguminosen folgendes Getreide tendenziell höhere Erträge als nach einer Getreidevorfrucht. Aufgrund einer guten Nährstoffbereitstellung aus Pflanzenrückständen und Boden kann häufig bei der Stickstoffdüngung eingespart werden. Ein stabiles Bodengefüge bietet darüber hinaus gute Voraussetzungen, um bei der Grundbodenbearbeitung auf den Pflug verzichten zu können. Diese Effekte, die übrigens fast gleicher-

maßen auch nach der Vorfrucht Raps auftreten, sind in ihrer Ausprägung deutlich vom Standort abhängig.

Mit der Berechnung von Fruchtfolgedeckungsbeiträgen lassen sich die unterschiedlichen Vorfruchtwirkungen von Früchten kalkulatorisch berücksichtigen (siehe Tab. 2). Die Annahmen zur Modellrechnung wurden in Anlehnung an Versuchsergebnisse getroffen. Es wurde davon ausgegangen, dass Winterweizen und Wintergerste nach Körnerleguminosen oder Raps im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht höhere Erträge bringen und bei der Grundbodenbearbeitung

der Pflug durch einen Grubber ersetzt werden kann. Nach den Leguminosen sinkt außerdem der Bedarf an Stickstoffdünger.

Unter diesen Voraussetzungen erhöht sich bei Erweiterung einer dreigliedrigen Fruchtfolge (FF 1) um Sojabohnen (FF 2) tendenziell der durchschnittliche Fruchtfolgedeckungsbeitrag. Insbesondere auf erosionsgefährdeten Standorten kann

die mangelnde Bodenbedeckung vor Sojabohnen problematisch sein. Hier sollte eine Winterbegrünung, im Beispiel mit Phacelia, eingeplant werden. Futtererbsen (FF 3) oder Ackerbohnen (FF 4) wirken zwar auch positiv auf die nachfolgenden Früchte. Aufgrund ihrer niedrigen Einzeldeckungsbeiträge verbessern sie jedoch meist die Wirtschaftlichkeit der gesamten Fruchtfolge nicht.

Tab. 2: Fruchtfolge-Deckungsbeiträge im Vergleich

(Modellrechnung für gute Standortverhältnisse basierend auf Preis- und Kostenverhältnissen der Jahre 2008–2012, einschließlich MwSt., jeweils € je ha und Jahr)

	FF 1 WR-WW*-WG	FF 2 WR-WW*-SB- WG*	FF 3 WR-WW*-FE- WG*	FF 4 WR-WW*-AB- WG*	FF 5 WR-WW*-SB- WG*-SG
1. Jahr	586	586	586	586	586
2. Jahr	576	576	576	576	576
3. Jahr	249	422	-5	-55	422
4. Jahr		371	371	371	371
5. Jahr					356
Ø-DB	470	489	382	370	462
Ø-DB mit ZF		457	350	338	411

FF = Fruchtfolge

WR = Winterrraps, Ertrag 40 dt/ha

WW* = Winterweizen (A); Ertrag nach Winterrraps 80 dt/ha; geringere variable Maschinenkosten durch Grundbodenbearbeitung mit Grubber anstatt Pflug gegenüber Getreidevorfrucht

WG = Wintergerste, Ertrag nach Getreidevorfrucht 70 dt/ha, erhöhter Pflanzenschutz Aufwand

WG* = Wintergerste; Ertrag nach Sojabohnen, Körnererbsen oder Ackerbohnen 74 dt/ha; Einsparung von 20 kg Stickstoff und geringere variable Maschinenkosten durch Grundbodenbearbeitung mit Grubber gegenüber Getreidevorfrucht

SB = Sojabohnen, Ertrag 28 dt/ha

FE = Futtererbsen, Ertrag 35 dt/ha

AB = Ackerbohnen, Ertrag 40 dt/ha

SG = Sommergerste, Ertrag 60 dt/ha

ZF = Zwischenfruchtanbau Phacelia vor Sommerfrüchten (Sojabohnen, Futtererbsen, Ackerbohnen, Sommergerste) mit variablen Kosten von 127 €/ha



Mit dem Sojabohnenanbau können ansprechende Deckungsbeiträge und sehr positive Vorfruchteffekte erzielt werden.

Eine fünfgliedrige Fruchtfolge (FF 5) wird ökonomisch insbesondere dann interessant, wenn aus einem Agrarumweltprogramm eine Prämie gewährt wird. Auch die Begrünung im Winter vor Sommerfrüchten kann unter Umständen aus einem Agrarumweltprogramm gefördert werden.

Wer die **Wirtschaftlichkeit** von Sojabohnen und von Vergleichsfrüchten für den eigenen Betrieb **kalkulieren** möchte, findet hierzu auf der Internetseite der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft Unterstützung (<https://www.stmelf.bayern.de/idb/>).

Dr. Robert Schätzl

Erfahrungen im Anbau und in der Vermarktung von Sojabohnen

Der Pflanzenbauberater Jürgen Unsleber befasst sich seit 2009 intensiv mit dem Sojaanbau in Deutschland. Anfänglich in den Regionen Nord Baden-Württemberg und im angrenzenden Unterfranken (Bayern), mittlerweile erstreckt sich sein Know-how über weite Teile Deutschlands. Im Rahmen des Soja-Demonetzwerkes, gefördert vom Bundeslandwirtschaftsministerium, ist er als Berater tätig und zuständig für Anbauseminare, Infoveranstaltungen und fachliche Betreuung der teilnehmenden Soja-Demobetriebe. Der Agraringenieur baut zudem selbst Soja auf seinem eigenen Ackerbaubetrieb im südlichen Ochsenfurter Gau an.

Praktische Anbauerfahrungen

Der Anbau erfolgt überwiegend in den warmen und trockenen Regionen „Heilbronner Unterland“ und „Ochsenfurter Gau“ mit Lössböden. Aber auch Tonböden sind relativ gut geeignet, sofern das Saatbett in Ordnung ist und die Bohne nicht „hineingeschmiert“ wird. Selbst auf Muschelkalkverwitterungsböden ist ein Ertrag von über 30 dt/ha gut möglich, sofern die Wasserversorgung zur Blüte durch Niederschläge einigermaßen gesichert ist. Als ungeeignet zeigten sich Sandböden ohne Bewässerung. Dort kam es in der Vergangenheit häufig zu empfindlichen Ertragseinbußen bei langer Trockenheit.

Die Sortenwahl richtet sich nach dem Verwendungszweck. Im Lebensmittelbereich kommen Sorten mit hellen Nabel und hohem Proteingehalt bei guter Eiweißlöslichkeit zum Anbau. Daneben wird auf ein hohes TKG geachtet.

Im Futtermittelbereich zählt neben Ertragsstabilität auch ein hoher Proteinwert. Für die Verfütterung können Sorten mit dunklem Nabel angebaut werden. Unter trocken warmen Bedingungen haben sich die robusten Sorten wie z.B. LISSABON bewährt.



Jürgen Unsleber in einem wüchsigen Sojabestand.

Quelle: Jürgen Unsleber



Sojabohnen haben den extremen Nachtfrost vom 04. Mai 2011 wesentlich besser vertragen als Mais, Zuckerrüben oder Reben



Seitentriebebildung aus den Blattachsen, nachdem der Haupttrieb durch Frost abgestorben war

Quelle: Jürgen Unsleber

Genügende Wärme vorausgesetzt, erzielen moderne 00 Sorten wie z. B. die SILVIA PZO überragende Ertragsergebnisse.

Als Leguminose versorgt sich Soja über die Knöllchenbakterien, somit sind grundsätzlich keine mineralischen N-Gaben erforderlich. Voraussetzung hierfür ist, dass das Saatgut mit Knöllchenbakterien, den sogenannten Rhizobien geimpft wird.

Die Aussaat erfolgt ab einer Bodentemperatur von 8–10 °C (vor dem Mais) in ein möglichst ebenes Saatbeet mit guter Bodenstruktur mit der normalen Drillmaschine mit 15 cm Reihenweite. In den Gunstlagen konnte häufig die Saat sehr früh bereits ab Anfang bis Mitte April durchgeführt werden. Auf eine Saattiefe zwischen 3 und 4 cm mit geschlossener Saatrille wird großer Wert gelegt, um Herbizidschäden durch die nötigen Voraufmitteln zu vermeiden.

Bewährt hat sich in der Praxis eigentlich nur eine Kombination von Bodenherbiziden im Vorauflauf, die in den Aufwandmengen an die Bodenart angepasst

werden muss. Mit 1,5–2,0 kg/ha Artist + 0,25 l/ha Centium 36 CS lassen sich die Leitunkräuter wie Melde, Gänsefußarten, Hirsen, sowie Klettenlabkraut und Knötericharten bekämpfen. Nur bei Bedarf wurde mit 1,75 l/ha Basagran + 5 g/ha Harmony SX nachgelegt.

Bei Gräserproblemen besteht derzeit eine Genehmigung für Fusilade Max und Focus Ultra. Davon wurde jedoch in der Praxis selten Gebrauch gemacht, da die Nebenwirkungen der Vorauflaufherbizide in der Regel ausreichen. Gegen Disteln und Ackerwinden bestehen derzeit keine Bekämpfungsmöglichkeiten. Dies ist somit ein Ausschlusskriterium für den Sojaanbau.

In den vergangenen Jahren kam es immer wieder zu Nachtfrosten, nachdem die Sojabohnen aufgelaufen waren. Die im Jahr 2011 aufgetretenen extremen Fröste Anfang Mai hat die Sojabohne wesentlich besser vertragen als Mais, Zuckerrüben oder Reben. Teilweise konnten sich erfrorenen Sojapflanzen aus den Blattachsen regenerieren.



Sojadrink, eine Alternative für Allergiker, die an einer Milch-Laktose-Intoleranz leiden.

Wirtschaftlichkeit

Für eine ausreichende Anbauwürdigkeit sind konstante Erträge von über 28 dt/ha notwendig, was bei richtiger Produktionstechnik nachhaltig erzielbar ist. Wichtige Eckdaten sind der Weizenpreis, der Rapspreis und der Substitutionspreis von Sojaextraktionschrot.

Nach den Erfahrungen der letzten 5 Jahr ist die Wirtschaftlichkeit des Sojaanbaues vergleichbar mit Winterweizen, Mais oder auch Raps. Die Ertragssicherheit war in der Regel deutlich besser als bei Winterraps, sofern keine gravierenden Fehler bei der Produktionstechnik gemacht wurden. Die Spitzenbetriebe hatten, je nach Jahreswitterung, Erträge zwischen 32 und 38 dt/ha Betriebsdurchschnitt.

Verwertung und Vermarktung

Die Verarbeitung zu Tofu oder Sojadrinks erfolgt derzeit vor allem im Bio-Bereich.

Hier bietet die Firma Taifun / Live Food aus Freiburg seit vielen Jahren Anbauverträge für Bio-Soja an. Soja wäre für die menschliche Ernährung als alleinige Eiweißquelle ausreichend, da im Sojaprotein alle 8 essentiellen Aminosäuren vorhanden sind und somit eine sehr hohe biologischer Wertigkeit vorliegt.

Sojaöl ist cholesterinfrei, hat einen sehr hohen Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren (50 % Linolsäure, 5–12 % Linolensäure) und ist somit eines der wertvollsten Speiseöle.

Die Firma AGRO Schuth aus Heilbronn bietet bereits seit 2009 Soja-Anbauverträge an. Vermarktet werden die konventionellen Sojabohnen zum überwiegenden Teil im Futtermittelbereich.

Förderlich für die Verwertung im Futtermittelbereich ist immer, wenn neben der GVO-Freiheit auch die regionale Herkunft vom Verbraucher honoriert wird.

Bei den Landwirten ist vor allem die Eigenverwertung gefragt, vornehmlich in Betrieben mit Direktvermarktung. Problematisch ist das nötige Toasten und Entölen das für die Verwendung als Schweine- bzw. Geflügelfutter notwendig ist. Der Grund dafür ist in dem relativ hohen Ölgehalt von ca. 20 % zu sehen, der ein entölen der Rohbohnen erforderlich macht. Ein weit wichtigerer Aspekt ist das Vorhandensein von Thrypsininhibitoren, die die Verfügbarkeit des Sojaproteins bei Monogastriern herabsetzt. Deshalb ist eine Wärmebehandlung (Toasten) zur Inaktivierung der Thrypsininhibitoren

notwendig. Die derzeit einzigen Anlagen zur Verarbeitung von kleineren Partien sind in Südbayern angesiedelt. Josef Asam aus Kissing bei Augsburg sowie Werner Stadlhuber aus Aschau am Inn verarbeiten die angelieferten Bohnen zu hochwertigen Eiweißfutter. Hierbei kann der Landwirt seine Sojabohnen an die eigenen Nutztiere verfüttern. Auch der Vertragsanbau für das Regionalprogramm „Unser Land“ ist möglich.

Seit 2013 ist die erste mobile Toastanlage nach italienischem System in Nord-Baden-Württemberg in Einsatz. Die Firma Möhler aus dem Nord Württembergischen Jagsthausen kommt mit ihrer mobilen Toastanlage direkt zum Landwirt auf dem Betrieb und bereitet dort die Bohnen thermisch auf. Vorteile sind die fehlenden Transportkosten, jeder Landwirt bekommt seine eigenen Bohnen zurück und die einfache Sicherstellung der GVO-Freiheit. Die Verwendung der unverarbeiteten Vollbohne in der Milchviehfütterung hat sich als unproblematisch erwiesen und ist derzeit wirtschaftlich sinnvoll, da bereits einzelne Molkereien Zuschläge auf den Milchpreis bieten, sofern die Fütterung gentechnikfrei erfolgt. Dabei ist es wichtig, dass der hohe Fettgehalt der Vollbohne bei der Futterberechnung berücksichtigt wird und ggf. die Ration mit einem fettarmen Eiweißfuttermittel ergänzt wird.

In Unterfranken wird der überwiegende Teil von der Firma Bayernhof, der Vermarktungsorganisation der Erzeugergemeinschaften, aufgekauft und zu Futtermittel verarbeitet.



Sojaschrot, ein wertvolles Eiweißfuttermittel

Eine weitere Vermarktungsmöglichkeit besteht im Rheingraben über das Kraftfutterwerk der ZG in Kehl am Rhein. Die ZG Karlsruhe bietet ebenfalls Anbauverträge für den Futtermittelbereich an. Im Raum Kraichgau übernimmt das dortige Kraichgau Raiffeisenzentrum den Vertragsanbau, die Erfassung und Weiterverarbeitung zu hochwertigen Mischfutter. Mittlerweile haben aber im süddeutschen Raum auch kleinere Landhändler und Genossenschaften mit der Erfassung von Sojabohnen begonnen.

Ausblick

Da es derzeit keinen Marktpreis für einheimische Sojabohnen gibt, sollte vor dem Anbau die Vermarktung über Lieferverträge abgesichert werden, falls nicht für die eigene Verwertung angebaut wird. Sind diese Voraussetzungen gegeben, liefert der Sojaanbau einen guten Beitrag zur Risikostreuung und zur Auflockerung der Fruchtfolge. Durch die Stickstoffansammlung und eine lockere Bodengare hinterlässt Soja ideale Voraussetzungen für die Folgefrucht. Nahezu alle bisherigen Anbauer sind dem Sojaanbau treu geblieben.

Jürgen Unsleber

Anbautelegramm für eilige Leser:

Boden/Standort:

- Lockere und leicht erwärmbare Böden mit guter Wasserführung
- Hoher Wasserbedarf zur Blüte und während der Kornfüllung

Vorfrucht:

- Vorfrucht sollte niedrige Stickstoffmengen hinterlassen
- Eignet sich als Sommerung grundsätzlich nach Wintergetreide, Mais und Zuckerrüben
- Soja hinterlässt sehr hohen Vorfruchtwert

Bodenbearbeitung:

- Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung auf gut abgetrockneten Böden

- Bodenoberfläche möglichst eben und frei von Steinen bei tiefem Hülsenansatz

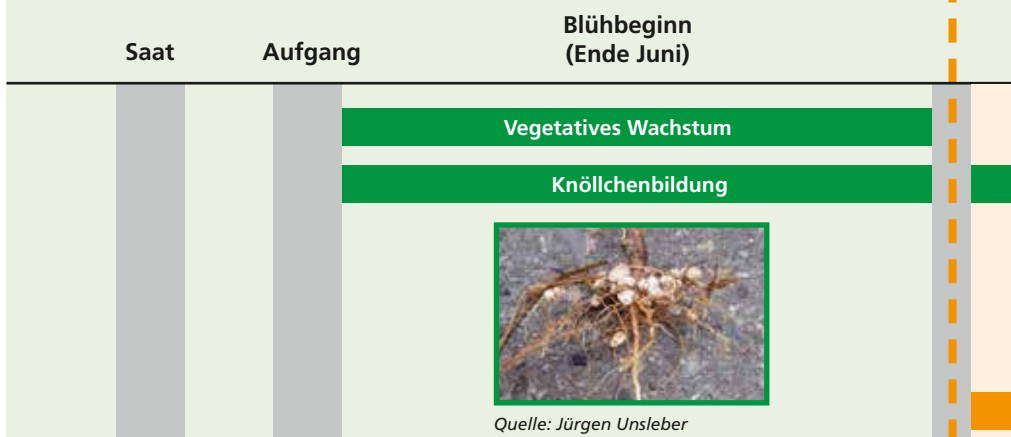
Sortenwahl:

- Reifegruppe sehr früh (000): ABELINA, AMANDINE, LISSABON, ALIGATOR
- Reifegruppe früh (00): SILVIA PZO

Saat:

- Zeitfenster von Anfang – Mitte April bis Mitte Mai
- Bodentemperaturen über 8 °C und auf Spätfröste achten
- Saatstärke je nach Sorte von 50 Kö/m² bei Sorten mit guter Verzweigung bis 70 Kö/m² bei sehr frühen mit schlechter Verzweigung
- Saattiefe 3–5 cm
- Impfung beachten

Entwicklungszyklus Sojabohne



Düngung:

- PK-Entzug mit 50 kg P_2O_5 kg/ha, 50 K_2O kg/ha bei 30 dt/ha Ertragserwartung
- Stickstoff zur Blüte (Harnstoff) nach Bedarf

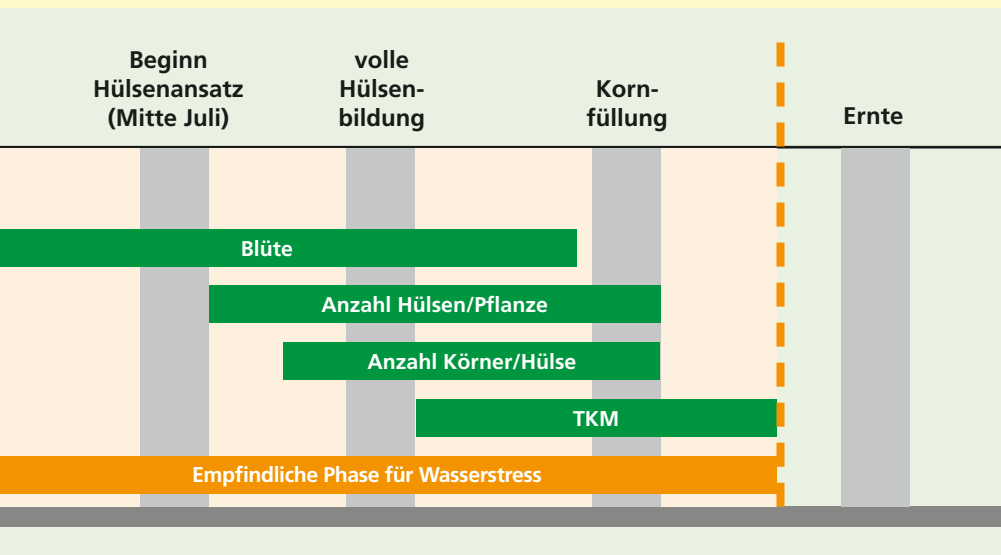
Unkrautbekämpfung:

- Voraufbehandlung
(Bsp.: Sencor+Spectrum+Centium oder Artist+Centium)
 1. Feinkrümlig und gut abgesetzter Boden (walzen)
 2. Bodenfeuchte bringt Wirkungssicherheit
 3. Grobtropfige Ausbringung bei 300 l Wasser
- Nachaufbehandlung als Feuerwehrmaßnahme mit Basagran und/oder Harmony

- Mechanische Unkrautkontrolle vor allem für Öko-Betriebe

Ernte:

- Beginn Reife mit Gelbverfärbung und Blattfall
- Ernte ab Mitte September bis Oktober
- Bohnen liegen in Hülsen frei
- Optimale Feuchte bei 12–16%
- Lagerung bei 12%
- Schneidwerk tief stellen
- Trommelgeschwindigkeit bei ca. 600 U in Abhängigkeit der Feuchte
- Abstand Trommel zu Dreschkorb vorne: 20–25 mm; hinten: 15–18 mm
- Obersieb: Lochdurchmesser von 15–18 mm
- Untersieb: 10–12 mm



ABELINA (000)

Der schnellste Weg zum Top-Ertrag

Die neue Sorte ABELINA überzeugt mit einer ausgesprochen frühen Reife, die hervorragend mit einem hohen Kornertrag kombiniert wird. Mit der sehr guten Jugendentwicklung bildet ABELINA mittlere bis hohe Bestände aus. Abgerundet wird das Profil durch eine gute Resistenz gegenüber Sclerotinia.

- Sehr gute Jugendentwicklung
- Sehr frühe Reife
- Hoher Kornertrag
- Hoher Protein- und Ölgehalt
- Gute Resistenz gegenüber Sclerotinia

AMANDINE (000)

Die frühe Proteinbombe

AMANDINE ist eine sehr frühreife Sorte mit hohem Ertragspotential. Die ausgezeichnete Jugendentwicklung lässt die Reihen zügig schließen und unterdrückt dadurch auf natürliche Weise die Unkrautentwicklung. Ein ausgesprochen hoher Proteingehalt, heller Nabel und gute Geschmacksnoten machen AMANDINE zudem für die Speisesojaproduktion sehr interessant.

- Ausgesprochen gute Jugendentwicklung
- Schließt die Bestände sehr schnell
- Frühreif mit hohem Ertragspotential
- Sehr hoher Proteingehalt
- Ideal auch zur Speisesojaproduktion verwendbar
- Beste Resistenzen gegen Virose, Peronospora und Sclerotinia

Sortenschutzrecht gilt uneingeschränkt

Sojabohnen dürfen nicht zu Nachbauzwecken verwendet und nicht zu Nachbauzwecken aufbereitet werden. Das heißt, die Aufbereitung ist ausschließlich dem Sortenschutzinhaber vorbehalten. Der Aufbereiter benötigt eine im Einzelfall erteilte Erlaubnis des Sortenschutzinhabers. Eine Aufbereitung ohne die entsprechende Erlaubnis stellt eine strafbare und zum Schadenersatz verpflichtende Sortenschutzverletzung dar.

LISSABON (000)

Die Vollendete

LISSABON setzt die zügige Jugendentwicklung bei kurzer Wuchshöhe und einer außergewöhnlich guten Standfestigkeit in sichere Erträge um. LISSABON zeichnet eine ausgesprochen hohe Kompensationsfähigkeit aus, sie eignet sich auch ideal auf trockenen Standorten.

- Stabil hohe Erträge
- Sehr gute Standfestigkeit
- Kompaktes Hülsenpaket bei sehr guter Druscheignung
- Gute Hülsenfestigkeit
- Ideal auch auf trockenen Standorten
- Hohe Kompensationsfähigkeit

SILVIA PZO (00)

Der Schlüssel zu hohen Erträgen

SILVIA PZO liefert Erträge in einer neuen Dimension. Sie schließt schnell die Bestände und ist sehr standfest. Die geringe Anfälligkeit gegenüber Pernospora, Bakteriosen und Virose runden ihr Profil ab. Zudem ist SILVIA PZO äußerst trocken-tolerant.

- Sehr hohe Kornerträge
- Zügige Jugendentwicklung
- Standfest
- Gute Resistenzen gegen Pernospora, Bakteriosen und Virose
- Sehr gute Trockentoleranz

Faustregel

Sorten der Reifegruppe 000 (sehr früh) in Körnermaislagen ab K 240–K 250 anbauen

Sorten der Reifegruppe 00 (früh) in Körnermaislagen ab K 260–K 300 anbauen



SIE HABEN NOCH FRAGEN?

Unser Außendienst berät Sie jederzeit gerne!

Besuchen Sie uns im Internet unter www.ig-pflanzenzucht.de
oder wenden Sie sich an unsere **Hotline 0 89/53 29 50-10.**