



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Eiweißpflanze Soja

Erfolgreich in Bayern produzieren



LfL-Information

Impressum:

Herausgeber: **Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)**
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: **LfL-Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung**
Am Gereuth 8, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de
E-Mail: Pflanzenbau@LfL.bayern.de
Telefon: 08161/71-3637

Donau Soja

Wiesingerstraße 6/14, 1010 Wien

LfL-Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur

Bayerische Eiweißinitiative

Menzinger Straße 54, 80638 München

Titelbilder: LK OÖ, 2018

Auflage: 2. unveränderte Auflage Juli 2019

Druck: Mayer & Söhne, 86551 Aichach

Schutzgebühr: 5,00 Euro

© LfL



Eiweißpflanze Soja Erfolgreich in Bayern produzieren

**Dr. Joachim Eder, Klaus Gehring, Dr. Peer Urbatzka,
Dr. Robert Schätzl, Lorenz Heigl, Martin Schäffler**

**Mit freundlicher Unterstützung durch die
Landwirtschaftskammer Oberösterreich**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Bedeutung, Geschichte und Zukunft.....9
1.1	Die Anfänge der Forschung10
1.2	Bedeutung in der Welt, in Europa und in Deutschland.....11
2	Pflanzenbau – „einfache Kultur“ für Könner14
2.1	Standortansprüche, Klima, Boden.....14
2.2	Sorten15
2.3	Fruchtfolge16
2.4	Impfung/Inokulation.....17
2.5	Bodenvorbereitung und Anbau21
2.6	Unkrautkontrolle25
2.7	Schädlinge und Krankheiten31
2.8	Düngung38
2.9	Beregnung40
2.10	Ernte41
2.11	Sojabohne im Biolandbau43
2.12	Wirtschaftlichkeit45
3	Verwertung47
3.1	Lebensmittelproduktion47
3.2	Futtermittelproduktion48
4	Lagerung und Vermarktung50
	Literaturverzeichnis51

Liebe Leser – Landwirte und Sojabohnen-Interessierte,

seit 2009 erlebt der Sojaanbau in Deutschland, ausgehend von einem sehr niedrigen Niveau, einen kontinuierlichen Aufschwung. 2018 konnte er mit einer Anbaufläche von rund 23 900 ha einen beachtlichen Höchststand erreichen. In Bayern lag die Anbaufläche im letzten Jahr bei rund 12 400 ha. Marktteilnehmer halten eine Anbaufläche von 100 000 ha in Bayern mittelfristig für möglich. Zur Sojaproduktion eignen sich in Deutschland laut Schätzungen des Julius-Kühn-Instituts Flächen im Umfang von 780 000 ha.

Positiv zum steigenden Anbau in Bayern beigetragen hat die von der Bayerischen Staatsregierung im Jahr 2011 ins Leben gerufene "Bayerische Eiweißinitiative", unter anderem mit dem Ziel, die Eigenversorgung zu verbessern und die Abhängigkeit von Soja-Importen zu verringern. Das Aktionsprogramm trägt Früchte: So konnten nicht nur die Anbaufläche gesteigert, sondern auch 300 000 Tonnen Sojaschrot eingespart werden. Seit 2012 starteten auch andere Bundesländer Initiativen oder gaben Machbarkeitsstudien für eine erhöhte Eigenversorgung mit Eiweiß in Auftrag. Der Bund schloss sich mit seiner Eiweißpflanzenstrategie und den Netzwerken zu Soja, Lupinen und Erbse/Bohne diesem Trend ebenfalls an. Am 17. Juli 2017 sprachen sich 14 Länder der EU in einer vom Verein Donau Soja mit der Bundesrepublik Deutschland, Ungarn und Österreich gemeinsam verfassten Erklärung für eine Steigerung der Erzeugung und Nutzung von Eiweißpflanzen in Europa aus.

Das bisherige Engagement aller Beteiligten in den einzelnen Netzwerken zeigt, dass durch intensive Wissenstransfermaßnahmen in den Bereichen Forschung, Beratung und Praxis nennenswerte Erfolge erzielt werden können. Als ein positives Beispiel grenzüberschreitender Zusammenarbeit ist die Kooperation und der fachliche Austausch der LfL an ihrem neuen Standort Ruhstorf an der Rott mit der Landwirtschaftskammer Oberösterreich zu erwähnen.

Immer mehr Menschen wünschen sich regionale Wirtschaftskreisläufe und eine klimaschonende, nachhaltige Landwirtschaft. Heimische Soja stärkt die Glaubwürdigkeit regionaler Lebensmittel. Sojalebensmittel erfreuen sich steigender Beliebtheit. Auch die heimische Tierproduktion profitiert von Wertschöpfungsketten ohne Gentechnik und ohne Überseesoja. Um die Erfolgsgeschichte weiterzutragen, sind große gemeinsame Anstrengungen im Pflanzenbau, in der Tierernährung sowie in der Futteraufbereitung und im Marktgeschehen notwendig. Es gilt, die mit heimischen Eiweißfuttermitteln hergestellten Produkte wie z.B. Milch, Eier und Fleisch, am Markt zu etablieren und einen entsprechenden Mehrerlös zu erzielen.

Donau Soja engagiert sich auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette – von der Züchtung, über den Anbau bis zur Vermarktung und trägt mit einem vertrauenswürdigen Standard dazu bei, europäischen Soja als Marke zu etablieren. Von einer verstärkten Nachfrage nach europäischen Sojaprodukten und einem entsprechenden Mehrpreis profitieren Landwirte in Deutschland und Bayern. Der Aufbau entsprechender Vermarktungsstrukturen für Lebens- und Futtermittel, die regionale Verarbeitung in Toastern und Extrudern, Ölpresen und Ölmühlen sowie die Marktentwicklung zu fördern, ist eine gemeinsame Aufgabe von Politik, Verbänden, Handel und Landwirtschaft. Donau Soja wird sich die nächsten Jahre verstärkt in Bayern engagieren, um die Erfolgsgeschichte der heimischen Sojabohne weiter voranzutreiben.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit Eiweißpflanze Soja.

gez. Jakob Opperer (Präsident-LfL) und Matthias Krön (Obmann Donau-Soja)

1 Bedeutung, Geschichte und Zukunft

Die Sojabohne stammt ursprünglich aus China und gehört botanisch zu den Leguminosen. Schon in der vorchristlichen Zeit spielte die Sojabohne in Asien eine Rolle. Sie galt dort als heilige Pflanze. Manche Berichte über die Sojabohne als Kulturpflanze in China datieren aus dem 3. Jahrtausend vor Christus. Gesichert sind archäologische Funde, die beweisen, dass Sojabohnen bereits etwa 800 bis 700 vor Christus kultiviert wurden. Die älteste Kulturpflanze ist sie jedoch nicht. Mit Gerste, Einkorn, Erbse oder Linse gibt es sehr viel ältere Pflanzen.

Bis zum 17. Jahrhundert war Soja in Europa unbekannt. Selbst Marco Polo, der im 13. Jahrhundert zweimal Asien durchquerte, erwähnte sie nicht, obwohl er sie mit großer Wahrscheinlichkeit konsumiert hatte. Erst im 18. Jahrhundert gelangte Soja langsam nach Europa – zuerst in diverse botanische Gärten, wo sie als Kuriosität und exotische Gewürzpflanze bestaunt wurde.

Die ersten Anbauversuche verliefen erfolglos. Grund dafür war, dass die Sojabohnen zu spät reif wurden und Frühfrösten zum Opfer fielen. Mehr Glück hatte ein deutscher Offizier, Otto Wehrhahn, der einige Samen aus dem botanischen Garten von Metz (Frankreich – Lothringen) in seiner Heimat Meissen anbaute. In Frankreich wurde Soja damals als Ölerbse (*pois oleagineux*) bezeichnet. Dieser Name ist durchaus nachvollziehbar, denn die Sojabohne enthält etwa 20 % Fett und zählt botanisch zur gleichen Gattung wie die Erbse.



Abbildung 1: Reifer Sojapflanzenbestand [Quelle: LK OÖ, 2018]

1.1 Die Anfänge der Forschung

Es war Friedrich Haberlandt, Professor an der k.k. Hochschule für Bodencultur (heute Universität für Bodenkultur) in Wien, der die agronomische Bedeutung der Sojabohne erkannte und 1875 bis 1877 eine umfangreiche Versuchsserie in den damaligen Ländern der Habsburgermonarchie initiierte. 1877 nahmen 160 Versuchsansteller an Haberlandts Sojaanbauversuchen teil. Neben der agrarwissenschaftlichen Grundlagenforschung schlug Haberlandt auch eine Fülle von Verwertungs- und Verarbeitungsmöglichkeiten für die Sojabohne vor. Seine Studien veröffentlichte er in dem 1878 erschienenen Buch „Die Sojabohne – Ergebnisse der Studien und Versuche über die Anbauwürdigkeit dieser neu einzuführenden Culturpflanze“.

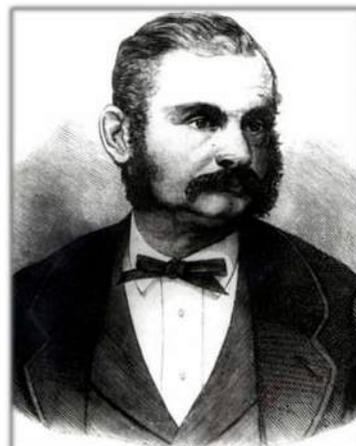


Abbildung 2: Prof. F. Haberlandt
[Quelle: Wiener Landw. Zeitung]

Leider starb Haberlandt noch im selben Jahr und die Forschungen kamen zum Stillstand. Im deutschsprachigen Raum wurde die Sojabohne lange Zeit als Haberlandt-Bohne bezeichnet bzw. in Frankreich als „Haricot Haberlandt“.

Mit seinen Entdeckungen und Forschungen über Sojabohnen (Stickstofffixierung der Knöllchenbakterien, Erhitzung des Sojaeiweißes zwecks besserer Verdaulichkeit, Photo-periodismus der Sojabohne = Blühneigung in Abhängigkeit der Tageslänge) leistete Haberlandt sehr wichtige Grundlagenarbeit, die Soja zu einer „Weltkultur“ machte bzw. zu einer jener (wenigen) Pflanzen, die das Rückgrat der Welternährung darstellen. Friedrich Haberlandt ist der breiteren Öffentlichkeit wenig bekannt, dennoch kann er als einer der tiefsten Pflanzenbauwissenschaftler seiner Zeit gelten.

Amerikaner waren schneller

Ab 1879 unternahm man in den USA – aufbauend auf den Erfahrungen Haberlandts – Anbauversuche an den gerade entstandenen landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Teilweise arbeitete man mit den Sorten, die Haberlandt auf ihre Anbaueignung geprüft hatte. Ab 1898 begann man im US-Landwirtschaftsministerium den Sojaanbau systematisch zu forcieren. Vorerst beschäftigte man sich mit Soja als Grünfütter- und Silagepflanze – erst später mit der reinen Körnernutzung. 1901 wurde in den USA eine Sojasorte – in Würdigung seiner Verdienste – nach Haberlandt benannt.



Abbildung 3: Sojabohnen mit ersten Hülsen [Quelle: LK OÖ, 2018]

1.2 Bedeutung in der Welt, in Europa und in Deutschland

Die Sojabohne ist eine klassische Mehrnutzungspflanze und wird eigentlich den Ölsaaten zugeordnet. Allerdings ist der Öl-Gehalt der Sojabohne mit ca. 20 % vergleichsweise gering. Die Bedeutung der Sojabohne ist jedoch enorm: mit einer Ernte von ca. 350 Millionen Tonnen hatte die Soja im Jahr 2017 einen Anteil von 60 % an der weltweiten Ölsaaternte (Abbildung 4). In den letzten 30 Jahren wurde die globale Sojaproduktion faktisch verdreifacht. Generell sind der Produktionszuwachs bei den Ölsaaten und damit auch der Markt sehr dynamisch. Der Verbrauchszuwachs ist im Wesentlichen durch die Bevölkerungsentwicklung, andere Konsumgewohnheiten der Menschen (mehr Fleisch), aber auch durch steigende Bedeutung der Bioenergie begründet.

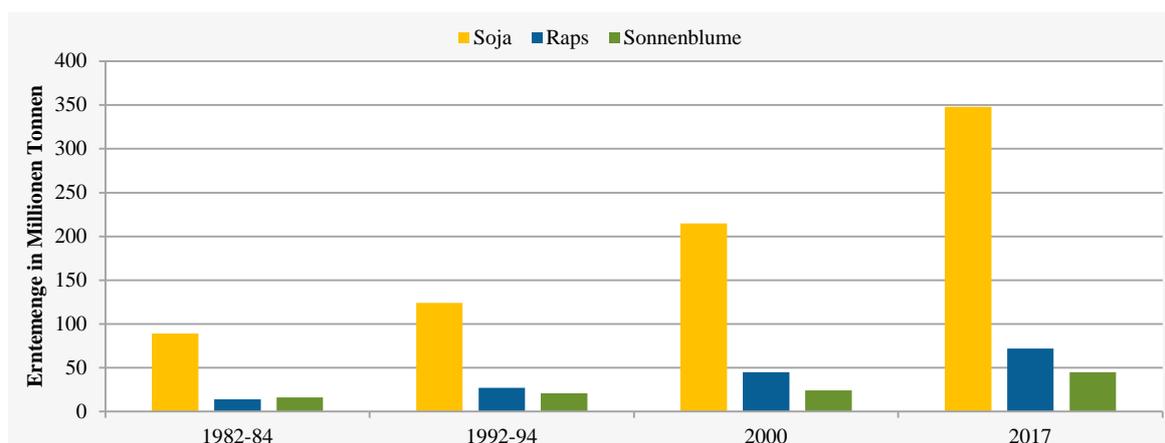


Abbildung 4: Die wichtigsten Ölsaaten der Welt (80er-Jahre – 2017); Zahlen in Millionen Tonnen [Eigene Darstellung; Quelle: USDA]

Der amerikanische Kontinent ist der bedeutendste Sojalieferant der Welt. Etwa 80 % der weltweiten Ernte wird in den USA und Südamerika eingebracht, etwa 90 % der Sojaexporte werden von diesen Ländern getätigt. Die Abhängigkeit vom so wichtigen Futtermittel Sojaschrot von einigen wenigen Lieferanten ähnelt stark unserer Abhängigkeit bei Energie. Klar muss auch sein, dass in den Hauptproduktionsländern der Großteil der Sojabohnen mit gentechnisch veränderten Sorten erzeugt wird. Mit einer verstärkten heimischen Sojaproduktion kann daher auch der Markt für gentechnikfreie Soja zumindest teilweise bedient werden. Die Sojaproduktion der EU ist zuletzt auf ca. 2,5 Millionen Tonnen gestiegen. Im globalen Vergleich spielt die EU in der Sojaproduktion (noch) keine Rolle.

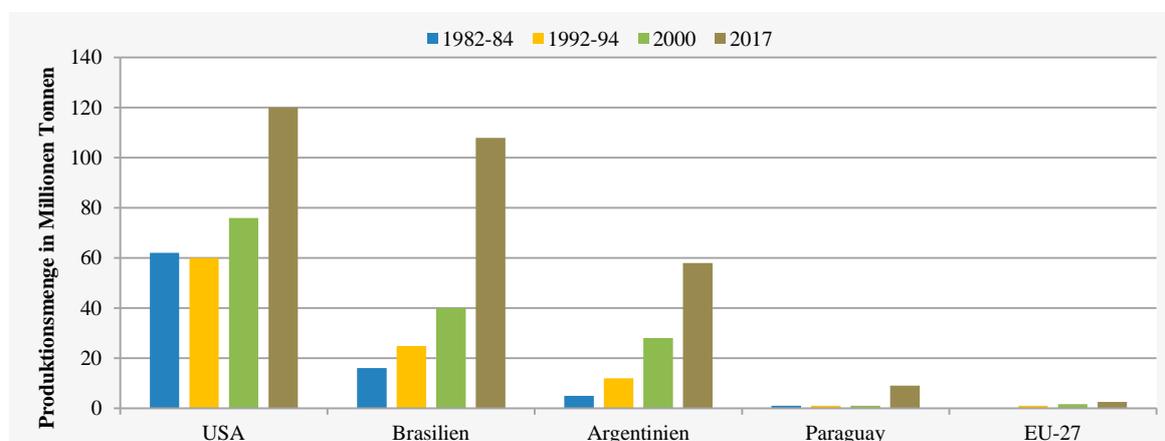


Abbildung 5: Die wichtigsten Sojaproduzenten der Welt und die EU; Zahlen in Millionen Tonnen [Eigene Darstellung; Quelle: USDA]

Abbildung 6 gibt die stürmische Entwicklung wider, die sich derzeit in China vollzieht. Bedingt durch geänderte Konsumgewohnheiten der Menschen – mehr Fleisch und weniger Getreideprodukte – steigt der Eiweißbedarf dramatisch. Dies führte dazu, dass China innerhalb von weniger als 20 Jahren den Sojaimport von „Null“ auf über 100 Millionen Tonnen gesteigert hat. In die EU war der Sojaimport zuletzt leicht rückläufig – ist aber mit über 30 Millionen Tonnen immer noch beträchtlich. Deutschland importiert jährlich etwa 3,5 Millionen Tonnen Sojabohnen und 2,7 Millionen Tonnen Sojaschrot (Quelle: OVID).

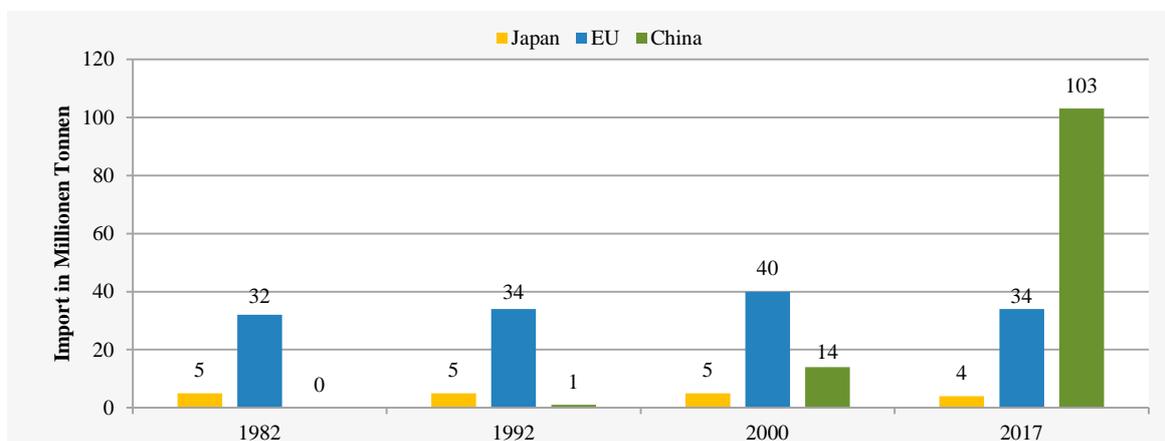


Abbildung 6: Die größten Importeure von Sojabohnen und -schrot; Zahlen in Millionen Tonnen [Eigene Darstellung; Quelle: USDA]

1.2.1 Soja in Deutschland

Sojaanbau in Bayern

In Bayern fand der Sojaanbau, im Gegensatz zum benachbarten Österreich, lange Jahre nur in einer kleinen Nische statt. Der Anbau diente zu einem großen Teil der Erzeugung von hochwertigem Futtereisweiß für regionale Vermarktungsprogramme wie „Unser Land“. Insbesondere auch für die Fütterung von Legehennen wurde Soja aus regionaler Erzeugung geschätzt.

Die 2011 gestartete „Bayerische Eiweißinitiative“ sowie das bundesweite Soja-Netzwerk (Laufzeit 2013 - 2018) verhalfen dem Leguminosenanbau in Bayern zu deutlichen Steigerungen. Vor allem der Sojaanbau legte stark zu. Der Freistaat Bayern investierte in den Jahren 2011 bis 2018 über 7,4 Millionen Euro in zahlreiche Projekte der Bayerischen Eiweißinitiative, um die Abhängigkeit von Soja-Importen für die Tierhaltung zu verringern und die Eigenerzeugung an Eiweiß zu erhöhen. Die ersten Erfolge sind bereits sichtbar: Von 2010 bis 2017 konnten ca. 300 000 Tonnen Sojaschrot in der Fütterung von Rindern und Schweinen eingespart werden. Die Anbaufläche der Leguminosen verdoppelte sich zwischen 2011 und 2017 auf über 60 000 Hektar. Im selben Zeitraum verdreifachte sich die Soja-Anbaufläche auf 8 600 Hektar (2017) und erreichte 2018 rund 12 400 Hektar (Abbildung 7). Mittlerweile hat sich die Sojabohne in Bayern als wichtige Kultur etabliert.

Um eines der Kernziele der Bayerischen Eiweißinitiative, die Reduzierung von Soja-Importen aus Übersee, zu erreichen, muss der Sojaanbau in Bayern weiter gestärkt und ausgeweitet werden. Neben der dafür notwendigen Etablierung als reguläre Marktfrucht bei Handel und Verarbeitungsindustrie sind vor allem viele Landwirte erforderlich, die die Kultur in ihre Fruchtfolgen integrieren. Bei einem bedarfsdeckenden Anteil von ca. 8 % der bayerischen Ackerfläche könnte die Sojabohne dann ihren hohen Fruchtfolgewert entfalten und große Mengen an Stickstoffdünger erübrigen. Mit dem seit 2010 initiierten „So-

ja-Anbauboom“ wurde diese Entwicklung bereits in Gang gesetzt, die in Zukunft vom Markt und durch die Honorierung der heimischen Erzeugung mitgetragen werden muss.

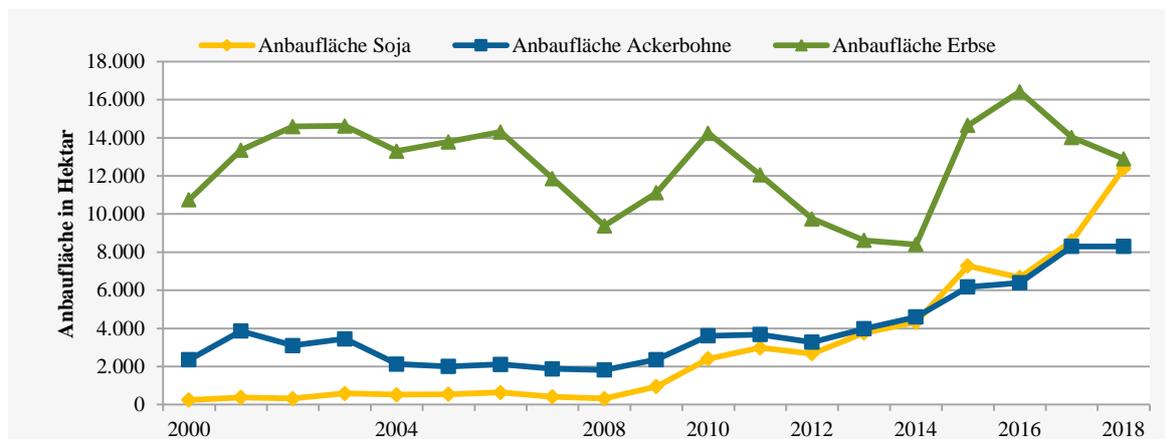


Abbildung 7: Anbaufläche Soja, Ackerbohne und Erbsen (2000 – 2018) [Eigene Darstellung; Quelle: StMELF (InVeKoS)]

Großkörnige Leguminosen, wie Ackerbohnen und Futtererbsen, sind ein wichtiger Bestandteil der Fruchtfolge im ökologischen Landbau. Neben der notwendigen Eiweißfuttergrundlage aus eigenem Anbau ist die Fixierung von Stickstoff aus der Luft durch die Knöllchenbakterien eine unverzichtbare Basis für die Stickstoffversorgung der Fruchtfolge. Bezogen auf den konventionellen Anbau hatten diese Körnerleguminosen 2018 einen Anteil von unter einem Prozent an der Ackerfläche (Quelle: InVeKoS) und sind somit bisher nicht mehr als Nischenkulturen für die innerbetriebliche Verwendung.

Soja hat noch Potential

Modellrechnungen gehen davon aus, dass in Deutschland bis zu 780 000 Hektar Sojabohnen angebaut werden könnten – der Markt würde es „vertragen“. Möglicherweise brauchen wir künftig zur Auflockerung maisbetonter Fruchtfolgen – auch als Strategie gegen die weitere Ausbreitung des Maiswurzelbohrers – ohnehin mehr Soja. Neben den Märkten für Futtersoja entwickeln sich auch immer mehr Märkte für Soja als Nahrungsmittel. In Straubing wurde die Ölmühle des international tätigen Nahrungsmittelverarbeiters Archer Daniels Midland Company (ADM) ab 2017 auf die Verarbeitung europäischer Sojabohnen umgestellt. In der Ölmühle werden die Sojabohnen zu GVO-freiem Sojaschrot verarbeitet. Im Sinne der Nachhaltigkeit wird immer mehr gentechnikfreier Sojaschrot aus Europa nachgefragt. Speziell Soja aus Südamerika hat den Makel, dass für die Ausweitung der Sojaflächen Regenwald weichen muss.

Fazit

Der Weltmarkt für Sojabohnen hat sich in den letzten 30 Jahren fast verdreifacht. Keine andere Kulturpflanze hat eine so rasante Entwicklung genommen. Die wachsende Weltbevölkerung und geänderte Ernährungsgewohnheiten (mehr Fleisch) brauchen den „Rohstoff“ Eiweiß. Der europäische Markt verlangt strikte Gentechnikfreiheit und eine nachhaltige, ressourcenschonende Produktionsweise, sodass es gute Perspektiven für die europäische Sojabohne gibt.

2 Pflanzenbau – „einfache Kultur“ für Körner

Die Sojabohne wird manchmal als eine einfach zu handhabende – manche meinen sogar anspruchslose – Kulturpflanze bezeichnet. Dies verkennt jedoch, dass für einen erfolgreichen Anbau viel pflanzenbauliches „Know-how“ und auch konsequentes Handeln erforderlich sind.

2.1 Standortansprüche, Klima, Boden

Die Sojabohne ist eine wärmeliebende Kulturpflanze – zweifellos hat sie von den geänderten Klimabedingungen der letzten Jahre profitiert. Die Anbauggebiete der Sojabohne decken sich weitestgehend mit denen des Körnermais. Somit sind die guten Ackerbaulagen Bayerns für den Sojaanbau geeignet.

Die Böden sollten eine neutrale Bodenreaktion aufweisen – pH-Wert 6,5 bis 7,5. Sojabohnen bevorzugen leicht erwärmbare Böden mit einer lockeren Struktur und einer hohen Wasserkapazität, z.B. warme Körnermaisbaulagen.

Soja verträgt auch schwächere Standorte – beispielsweise leichte Böden. Allerdings steigt dort das Ertragsrisiko stark an, denn sie braucht speziell im Sommer zum Zeitpunkt der Blüte und danach eine gesicherte Wasserversorgung. Da der Wasserbedarf vor allem ab der Blüte und zur Kornausbildung hoch ist (Juli/August), ist eine ausreichende und kontinuierliche Wasserverfügbarkeit, entweder durch Sommerniederschläge oder Beregnungsmöglichkeiten, sehr wichtig. Wassermangel mindert den Kornansatz, das Korngewicht und den Proteingehalt erheblich.

Trockenheitssensible Stadien der Sojabohne sind:

- der **Blühbeginn**, da er Einfluss auf den Hülsenansatz und die Bildung von Verzweigungen hat.
 - der **Ansatz der Hülsen**, in dieser Phase wird die Höhe der Kornzahl pro Hülse festgelegt.
 - der **Beginn des Dickenwachstums der Hülsen**, welcher sich auf das TKG auswirkt.
-

Böden mit hoher Stickstoffnachlieferung führen zu Reifeverzögerungen, uneinheitlicher Abreife und Lagergefahr. Steinige Böden sind ungeeignet, da bei der Ernte das Schneidwerk tief abgesenkt werden muss, um auch die tiefer hängenden Hülsen zu ernten. Kaltluftsenken, Spätfrostlagen sowie Waldränder (Wildschäden) sind zu meiden.

Sojabohnen sind wegen des sehr späten Reihenschlusses eine ausgesprochen erosionsanfällige Kultur. Mulchsaatverfahren mindern das Erosionsrisiko. Auf Standorten mit hoher Erosionsgefährdung sollte jedoch der Anbau vermieden werden.

2.2 Sorten

Die Sojasorten werden in Reifegruppen mit Ziffern z.B. "00" (früh), "000" (sehr früh) oder "0000" (extrem früh) eingeteilt. Das Hauptkriterium bei der Sortenwahl sollte die rechtzeitige Abreife sein. In Deutschland werden deswegen ausschließlich Sorten aus dem frühreifen Segment angeboten. Weiterhin sind bei der Sortenwahl auf Ertragsleistung und Standfestigkeit sowie insbesondere auf das Qualitätsmerkmal Proteingehalt zu achten. Im Vertragsanbau werden für die Herstellung von Tofu sogenannte Hoch-Eiweiß-Sorten bevorzugt, welche den Vertragslandwirten meist von den Verarbeitern vorgegeben werden.



Abbildung 8: Feld mit unterschiedlichen Soja-Reifegruppen [Quelle: F. Jobst (LfL)]

In Bayern werden Sorten aus dem frühreifen Segment angeboten:

- **000-Sorten (sehr frühe Gruppe):** geeignet für Körnermaisangebiete, in denen mittelfrüher Mais (K240–K250) noch ausreift ⇒ weniger günstige Lagen, Hauptsortiment in Bayern. In Grenzlagen des Sojaanbaues werden frühreife Sorten dieser Gruppe empfohlen, gute Ertragsfortschritte durch Neuzüchtungen im späteren Segment dieser Reifegruppe.
- **00-Sorten (frühe Gruppe):** geeignet für Körnermaisangebiete in denen mittelspäte Maissorten (K260–K300) noch ausreifen ⇒ günstige Lagen, meistangebautes Segment in Unterfranken und in den wärmeren Regionen Österreichs; es gab essentielle Sortenfortschritte in diesem Segment in den letzten Jahren, womit frühe 00-Sorten auch in bayerischen Gunstlagen erfolgreich angebaut werden können. Der Anbau von 00-Sorten in ungünstigen Lagen (z.B. Kaltluftsenken, Spätfrostlagen, Waldränder) bedeutet ein hohes Ertragsrisiko.

Weiterführende Informationen zu aktuelle Sorteneinstufungen bzw. -leistungen und Sortenempfehlungen für Bayern finden Sie unter:

- [Sojabohne – Standortansprüche, Sortenwahl und aktuelle Sortenempfehlungen \(LfL\)](#)
- [Anbaueignung für Sojabohnen \(Geoportal – Julius Kühn-Institut\)](#)

2.3 Fruchtfolge

Sojabohnen sind Stickstoffsammler und entwickeln ein gutes Wurzelsystem. Sie gilt grundsätzlich als selbstverträglich, sollte aber trotzdem in einer geregelten Fruchtfolge mit mehrjährigen Anbaupausen stehen, da sonst mit dem Auftreten von Fruchtfolgekrankheiten wie z.B. Sklerotinia, Rhizoctonia oder Diaphorte/Phomopsis gerechnet werden muss. Vor allem ein steigender Druck mit Sklerotinia wurde bei zu engen Anbauabständen beobachtet. Zu Raps, Sonnenblume aber auch zu Kartoffel und Ölkürbis sollte daher ein entsprechender Anbauabstand eingehalten werden. Zu den Wirtspflanzen Sonnenblume oder Raps sollte eine Pause von mindestens 4 Jahren erfolgen. Langfristig sollte, um das Sklerotiniarisiko nicht zu groß werden zu lassen, der Soja-Anteil in der Fruchtfolge 25 % nicht übersteigen. Bei Befallsgefahr eher einen weiten Reihenabstand vorsehen. Zur biologischen Bekämpfung der Sklerotien im Boden ist das Pflanzenschutzmittel Contans WG (Stand: 2018, Zulassungsende: 30.06.2019) in Ackerbaukulturen zugelassen.

War anfangs die Position der Sojabohne als Leguminose in der Fruchtfolge noch am Anfang, also vor den Stickstoffzehrern wie Weizen oder Mais, so steht sie aktuell eher am Ende der Fruchtfolge. Mittlerweile ist bekannt, dass Soja relativ wenig Stickstoff für die Folgefrucht hinterlässt, sodass sie nicht mit feinsamigen Leguminosen, wie z.B. Luzerne vergleichbar ist, welche beträchtliche Mengen an Stickstoff nachliefert. Die N-Bilanz von Soja ist vergleichbar mit der von Erbsen.

Als Stickstoffsammler hat die Sojabohne einen **guten Vorfruchtwert**. Allgemein wird die Vorfruchtwirkung von Sojabohnen jedoch etwas geringer als die anderer Körnerleguminosen wie z.B. Ackerbohnen eingeschätzt. Durch das gut entwickelte Wurzelsystem von Soja verbessert sich die Bodenstruktur. Nachfolgender Mais und Getreidekulturen, wie Winterweizen, reagieren oft mit höheren Erträgen. Den von den Knöllchenbakterien gesammelten Stickstoff verwertet Wintergetreide am besten. Nach der Sojabohne ist eine kostensparende pfluglose Saat möglich. Winterweizen nach Sojabohne kann daher ohne weiteres auch mit Direktsaat, jedenfalls ohne vorherigen Pflugeinsatz, angebaut werden. Unter Umständen können 20 bis 50 kg/ha Stickstoff eingespart werden.

Wegen der späten Bodenabdeckung empfiehlt sich im konventionellen Anbau als Erosionsschutzmaßnahme in Hanglagen der Anbau einer abfrierenden Zwischenfrucht, ähnlich wie bei Mais. Die Zwischenfrüchte für Mulchsaat sollten sich nicht zu üppig entwickeln. **Eignung von Zwischenfrüchten:** Phacelia und Buchweizen besser geeignet als Senf.



Abbildung 9: Sojaanbau ohne (links) und mit (rechts) Mulchsaat [Quelle: Bay. Eiweißinitiative (LfL)]

Hinsichtlich der Vorfrucht hat Soja keine besonderen Ansprüche, außer dass der Stickstoffvorrat im Boden möglichst gering sein soll, damit die N-Fixierung durch die Knöllchenbakterien nicht behindert wird. Als Vorfrucht eignen sich deshalb gut stickstoffzehrende Kulturen. Darüber hinaus sollen die Vorfrüchte wärmeliebende, spätkeimende Unkräuter unterdrücken und keine unkontrollierbaren Stickstofffreisetzungen fördern.

Eignung von Vorfrüchten: Wintergetreide besser als Sommergetreide, Sommergetreide besser als Körnermais.

Nachbaubeschränkungen für Leguminosen bei bestimmten Mais-Herbiziden beachten, da sonst Auflaufschäden möglich sind.

2.4 Impfung/Inokulation

Knöllchenbakterien der Art *Bradyrhizobium japonicum* gehen mit Soja eine Symbiose ein und versorgen diese mit Stickstoff. In den ausgebildeten Wurzelknöllchen wird atmosphärischer Stickstoff fixiert und an die Sojapflanzen abgegeben. Europäische Böden kennen den Rhizobienstamm *Bradyrhizobium japonicum* nicht. Diese Knöllchenbakterienart ist in unseren Böden von Natur aus nicht vorhanden. Daher ist zumindest beim Erstanbau auf einem Sojaschlag eine erfolgreiche Impfung mit Knöllchenbakterien für Sojabohnen unerlässlich. Diese Knöllchenbakterien decken bis zu 80 % des N-Bedarfs und steigern erheblich den Ertrag und Proteingehalt. Bei kühl-nasser Witterung nach dem Anbau verzögert sich die Knöllchenbildung, gerade hier ist eine qualitative Impfmittelmenge entscheidend. Nach einer kurzen parasitären Phase, in der sich die Bakterien über die Wurzeln der Sojapflanze ernähren, kommt es zur Symbiose, bei der gemeinsam mit dem Enzym Nitrogenase der „Biokatalysator“ anspringt, der Stickstoff aus der Luft fixiert und der Pflanze zur Verfügung gestellt wird. Leghämoglobin sorgt ab Mitte Juni für die Sauerstoffspeicherung und färbt die Knöllchen rot, ähnlich Hämoglobin im Blut. Erst zur Kornfüllung im August endet die N-Fixierung.



Abbildung 10: Guter Knöllchenbesatz an einer Sojabohnenwurzel; Aktive Knöllchen sind im Inneren rot gefärbt [Quelle: Deutscher Sojafördererring/Taifun-Tofu GmbH (links), K.-P. Wilbois (rechts)]

Im Handel kann das Saatgut häufig mit einem stark anhaftenden Impfmittel als „FixFertig“ bzw. „RS-ready to seed“-Saatgut fertig vorgeimpft bezogen werden. Die Dauer bis zum Anbau, aber auch die Wärme beim Transport, z.B. wenn das Saatgut am Hänger in der Sonne steht, können die aufgetragenen Bakterien schädigen. Dies kann erheblich Ertrag kosten. Daher wird grundsätzlich zu einer frischen Impfung des Saatguts, einer sogenannten Zusatzinokulation, direkt zum Anbau geraten.

Selbst bei wiederholtem Anbau von Sojabohnen auf der gleichen Fläche ist ein Nachimpfen des Saatguts ratsam. Bei erstmaligem Anbau auf einem Schlag wird in jedem Fall die frische Saatgutimpfung bzw. Auffrischung der Vorimpfung vor der Aussaat mit Torfimpfmitteln empfohlen! Standen auf einem Schlag in den letzten drei Jahren schon Sojabohnen mit gutem Knöllchenansatz, kann die Aufwandmenge etwas reduziert werden. Eine funktionierende Knöllchenbakterienimpfung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den Sojaanbau. Nach mehrmaligem Anbau auf einer Fläche entwickelt sich eine „natürliche Bodeninfektion“. Dennoch wird stets zu frischem Impfen beim Anbau geraten.

Für 20 bis 30 €/ha sind die Kosten einer Zusatzinokulation sehr gering, sichern aber Ertrag und Protein. Ziel ist es, möglichst viele lebende Bakterien beim Anbau durch frisches Impfen mit dem Saatgut in den Boden zu bringen.



Abbildung 11: Sojabestand ungeimpft (hellgrün) und geimpft (grün) [Quelle: P. Urbatzka (LfL)]

Bei der „Saatgut-Kontaktimpfung“ wird das Rhizobien-Impfmittel (Packung mit Rhizobien als Impfmittel, flüssig oder auf Torfbasis) vor der Saat mit den Körnern nach Gebrauchsanleitung, ggf. mit wenig Wasser zur Befeuchtung, mit dem Saatgut schichtweise vorsichtig und gründlich vermischt (z.B. in sauberer Sämaschine oder Behälter) und dann zügig ausgesät (binnen 24 Stunden „HISTICK Soy“ bzw. 48 Stunden „NPPL Force 48“). Bei Impfmitteln ohne zusätzlichem Klebstoff (HISTICK Soy, Biodoz Soya) reicht ein gründliches durchmischen von Hand in einer Wanne oder direkt im Säkasten. Fungizidrückstände in der Sämaschine bzw. Trommel können die Knöllchenbakterien schädigen!

Die Bakterien sind hoch empfindlich gegenüber:

- Sonnenlicht
- Wärme
- chloriertem Wasser
- Beizmittelresten in der Sämaschine (Vorsicht beim Einsatz von Lohnsämaschinen!)

⇒ Impfen am besten in der kühlen, schattigen Maschinenhalle und dies direkt zum Anbau, kein Impfen auf Vorrat! Bei Wasserzugabe keinesfalls chloriertes Leitungswasser, sondern Brunnen-, Regen- oder destilliertes Wasser verwenden.

Bei Flüssigimpfmitteln mit Polymerkleber (längerer Schutz bei Schlechtwetter) das Saatgut nach dem Impfvorgang ca. 20 Minuten rasten lassen und anschließend bei fallweiser Klumpenbildung nochmal händisch durchgehen. Flüssigimpfmittel werden entweder mit Druckluft über eine Sprühpistole direkt im Saatkasten aufgebracht und händisch eingemischt oder bei größeren Mengen schonend von Big Bag zu Big Bag umgezogen.



Abbildung 12: Flüssigimpfung mit einer Sprühpistole [Quelle: LK OÖ, 2018]

Häufig wird auch eine Betonmischmaschine verwendet, mit dem Nachteil zahlreicher Haarrisse im Saatgut und vielen beschädigten bzw. gebrochenen Körnern. Oberstes Gebot ist es, nur eine absolut saubere Maschine benutzen, diese langsam laufen lassen und sofort den Mischvorgang beenden, sobald das Mittel verteilt ist. Größere Mengen und beim Einsatz von Flüssigimpfmitteln bzw. Klebern werden gerne mit dem Zwangsmischer aufbereitet. Auch hier gilt: so kurz wie möglich und schonend mischen.



Abbildung 13: Impfung im Betonmischer: Kann Keimfähigkeit reduzieren (links). Impfpräparate verschiedener Hersteller (rechts) [Quelle: Deutscher Sojafördering/Taifun-Tofu GmbH (links), LK OÖ, 2018 (rechts)]

Im Agrarhandel werden zahlreiche Impfmittel auf Torfbasis oder flüssig angeboten. Sie basierten bisher im Wesentlichen auf dem französischen G49-Stamm. Neue Bakterienstämme versprechen höhere Leistung und werden mittlerweile auch in China eingesetzt.

Folgende Impfpräparate haben sich zur **Saatgutbehandlung** bewährt:

- „**NPPL Force 48**“ (bestehend aus 400 g „**HISTICK Soy**“-Impfmittel auf Torfbasis + 800 ml spez. Klebstoff, BASF),
- „**HISTICK Soy**“ (BASF)
- „**BIODOZ Soja**“ (De Sangosse GmbH) (je 400 g Impfmittelpackung auf Torfbasis), jeweils für 1 ha bzw. 80 bis 120 kg Sojasaatgut

Neu ist „**Rhizoliq TOP S**“ (De Sangosse), ein flüssiges Impfmittel mit Haftstoff. Bei Einzelkornsaat mit pneumatischen Saugluft-Säegeräten empfiehlt sich ein Impfmittel mit Klebstoff aufgrund der besseren Kornanhaftung. Der Klebstoff muss genug Zeit haben, am Saatgut anzutrocknen, damit es in der Sämaschine nicht zu Klumpenbildung kommt. Soja-Impfpräparate sind im Großhandel und z.T. im Verbund mit Sojasaatgut erhältlich. **Nicht bewährt** hat sich bislang das Impfmittel „**Radicin 7**“.

Bodenimpfung: Impfmittel „**BIODOZ Soja M**“ (400 g, De Sangosse GmbH) wird mit 10 kg Mikrogranulat vermischt und mit einem Granulatstreuer (Zusatzgerät zur Sämaschine) binnen vier Stunden ausgebracht. Nach Ablauf der Zeit ist eine erneute Inokulation nötig!

Wichtige Hinweise zum Umgang mit Impfmitteln:

- Impfmittel/vorgeimpftes Saatgut möglichst kühl u. lichtgeschützt, nie > 25 °C lagern.
- Bei Wasserzugabe (um Saatgut ggf. leicht zu befeuchten) kein gechlortes Leitungswasser verwenden. Gebrauchsanleitung genau beachten!
- Die Bakterien-Impfmittel sind äußerst licht- (UV-Strahlung), trockenheits- und wärmeempfindlich. Sie dürfen nie der Sonne ausgesetzt sein. Aufbringung der Impfmittel morgens bei eher kühlen Temperaturen im Schatten.
- Vor dem Einfüllen in die Sämaschine einige Minuten einziehen lassen, um einem „Zusammenbacken“ in der Sämaschine vorzubeugen; ca. 20 Min. nach Impfung das Saatgut nochmal mit der Hand auf eventuelle Verklumpung überprüfen u. zerkleinern.
- Das Austrocknen der beimpften Saat (und des beimpften Mikrogranulats) ist unbedingt zu vermeiden, da sonst die Bakterien absterben.
- Vorsicht, wenn die Sämaschine in der Sonne steht und sich erwärmt!
- Zwischen Impfung und Saat sollen nicht mehr als 2 bis 3 Stunden vergehen. Nach Aufbringen des Impfmittels das Saatgut sofort zügig aussäen und Aussaat innerhalb von 24 Stunden abschließen. Beim Impfmittel „**Force 48**“ kann die Aussaat bis 48 Stunden nach der Impfung abgeschlossen werden.
- Falls geimpftes Saatgut nicht innerhalb von 24 Stunden (bei „**HiStick**“) oder 48 Stunden (bei „**Force 48**“) ausgesät wurde, muss erneut geimpft werden!
- Vorsicht bei Einsatz von Lohn-Sämaschinen: Beizmittelreste können die am Korn anhaftenden Knöllchenbakterien schädigen! Dies gilt u.U. auch für die Saatgutbehandlung mit Fungiziden. Bestimmte Beizmittel wie Mittel mit dem Wirkstoff „**Thiram**“ sind für Impfmittel verträglich (siehe Gebrauchsanweisung)!

- Bei Erstanbau (ungünstigen Verhältnissen) ist eine erhöhte Impfmittelmenge zu empfehlen; oder eine Kombination von frischer Saatgutimpfung + „FixFertig-Saatgut“ bzw. Saatgutimpfung + Bodenimpfung mit Granulat.
- Bei Nachbau innerhalb von 3 bis 4 Jahren zur Sicherheit trotzdem nochmals eine Impfung vornehmen (evtl. mit reduzierter Aufwandmenge) oder „FixFertig“ beimpftes Saatgut verwenden.
- Tipp: Auf zukünftigen Soja-Schlägen geimpfte Soja als Zwischenfrucht (im Gemenge) anbauen und damit den Boden impfen.
- Bei flacher Saat in trockenen Boden kann der Impferfolg verringert sein. Dann ist eine Beregnung (ca. 10 mm) notwendig.
- Die Impfwirkung lässt auch bei hohen Bodennitratgehalten nach. Flächen mit hoher N-Nachlieferung, aufgrund der Vorfrucht oder Düngung, sind daher zu vermeiden.
- In schwachsauren neutralen Böden hält sich das Rhizobium 4 Jahre oder länger. Auf basischen (>pH 7,5) und sandigen Böden (>35 % S) ist die Überlebensrate der Rhizobien geringer.
- Die Knöllchenbakterien liefern bei ausreichendem Impferfolg 70 bis 80 % des Gesamtstickstoffes, der Rest wird aus dem Boden aufgenommen. Eine Kontrolle des Knöllchenansatzes wird ca. 4 Wochen nach der Saat empfohlen.

Quelle: „Anbauanleitung für Sojabohnen 2016“, Regierungspräsidium Freiburg

2.5 Bodenvorbereitung und Anbau

Die Sojabohne hat einen hohen Wasserbedarf und bildet ein großes, sich schnell entwickelndes Wurzelsystem. Die Knöllchenbakterien benötigen einen gut durchlüfteten, feuchten Boden, damit eine schnelle Knöllchenbildung stattfinden kann.

Die Bodenbearbeitung und Saatbettherrichtung ist mit wenigen Arbeitsgängen auf gut abgetrockneten Böden durchzuführen, da die Pflanzen empfindlich auf Bodenverdichtungen reagieren. Alle Maßnahmen der Bodenbearbeitung haben auf Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit Rücksicht zu nehmen (wasserschonende Frühjahrsbearbeitung). In der Regel würde es ausreichen, wenn im Spätherbst tief gegrubbert wird, jedoch nicht bei zu feuchten Bodenverhältnissen. In der Praxis wird vor allem nach späträumenden Vorfrüchten gepflügt.

Die Bearbeitung soll zum Anbau lediglich auf Ablagetiefe des Saatguts erfolgen, um gute Keimvoraussetzungen zu gewährleisten. Der Boden soll in der Saattiefe abgesetzt und an der Oberfläche nicht zu fein sein.

Auf schweren Böden besteht Verschlammungsgefahr. Die empfindlichen Sojakeimlinge können Verkrustungen nur schwer durchdringen, daher auf verschlammungsgefährdeten Böden nicht zu fein herrichten. Verkrustungen führen zu unregelmäßigem Aufgang. Bei Verschlammungsgefahr besser Einzelkornsaat mit 30 oder 45 cm Reihenabstand für dichtere Reihen und die Möglichkeit, im Bedarfsfall zu hacken.

Die Oberfläche des Ackers soll möglichst gleichmäßig eben und frei von aufliegenden Steinen sein, um beim Drusch das Schneidwerk so tief wie möglich stellen zu können (Hülsenansatzhöhe beginnt bereits bei 8 bis 12 cm). Zur Ernteerleichterung kann unebener Boden gewalzt werden. Allerdings entsteht daraus ein höherer Unkrautdruck. Auf steinigen Standorten nach der Saat anwalzen, um Steine in den Boden zu drücken.

2.5.1 Saatzeit

Die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe soll mindestens 10 °C betragen, um ein rasches Auf-
laufen zu ermöglichen. Je nach Lage und Witterung ist die günstigste Saatzeit von etwa
Mitte April bis Anfang Mai (nach der Sonnenblume und nach Mais). Zu frühe Saat ist zu
vermeiden, da es bei nachfolgend nasskalter Witterung zu hohen Ausfällen und starker
Verunkrautung kommen kann. Gerade im ökologischen Landbau werden über einen mög-
lichst späten Saattermin die ersten Unkrautwellen ausgespart. Aber auch im Ökobetrieb
sollte die Saat möglichst bis Mitte Mai abgeschlossen sein. Eine zu späte Saat führt häufig
zu einer späten Ernte im Oktober mit höherem Feuchtegehalt des Erntegutes.

Die Sojabohne übersteht Frost ab dem 1. Laubblattpaar bis maximal – 5 °C ohne bleiben-
de Schäden.

2.5.2 Saatstärke

- 00-Sorten: ca. 55–60 keimfähige Körner/m²
- 000-Sorten: ca. 65–70 keimfähige Körner/m²

Bei Berechnung 10 % geringere Saatstärke.

Die Berechnung der Aussaatmenge wird nach folgender Formel durchgeführt:

$$\text{Aussaatmenge (kg/ha)} = \frac{\text{Körner pro m}^2 \times \text{Tausendkorngewicht (g)}}{\text{Keimfähigkeit (\%)}}$$

Tabelle 1: Aussaatmenge – abhängig von Körner/m², TKG und Keimfähigkeit

Körner/m ²	TKG (g)	Keimfähigkeit (%)	Aussaatmenge (kg/ha)
60	150	90	100
70	243	85	200

Eine Keimfähigkeitsprobe ist auf jeden Fall empfehlenswert!

Optimal wäre ein Feldbestand von 50 bis 60 Pflanzen/m². Für spätreife Sorten (00-Sorten)
gilt eher die geringere Pflanzenzahl, da diese besser verzweigen. Sorten der Reifegruppe
000 sollen dichter (65 bis 70 Pflanzen/m²) stehen. In Abhängigkeit von der Korngröße
(TKG: 100 bis 250 g), die stark variieren kann, ergibt sich eine Aussaatmenge von 100 bis
200 kg/ha. Die Mindestkeimfähigkeit des Saatgutes beträgt 80 %. In der Praxis sollen da-
her je nach Reifegruppe der Sorten 50 bis 70 Körner/m² ausgesät werden. Bei einer me-
chanischen Unkrautbekämpfung, empfiehlt sich ein Zuschlag von 10 bis 20 %.

Die meisten Sorten werden im Handel in Packungseinheiten von zumeist 150 000 Körnern
angeboten. Mit einer Zielstärke von 600 000 bis 700 000 Körner/ha ergibt sich beim Groß-
teil der Sorten ein Saatgutbedarf von 4 bis 5 Packungen je Hektar.

Triebkraft

Soja-Saatgut ist sehr empfindlich! Deshalb in jedem Fall die Keimfähigkeit mit Boden des
vorgesehenen Ackers überprüfen! Bei überlagertem Saatgut wurde eine verzögerte Jugen-

entwicklung beobachtet. Deshalb bei überlagertem Saatgut oder Saatgut aus eigenem Anbau neben der Keimfähigkeit auch die Triebkraft überprüfen und bei der Saatstärke berücksichtigen.



Abbildung 14: Sojabohnen [Quelle: Bay. Eiweißinitiative (LfL)]

2.5.3 Saatmethode

Die Aussaat kann mit der **Drillmaschine** oder der **Einzelkornsämaschine** (passende Säscheibe notwendig – Lochdurchmesser 3,5 bis 4,5 mm) durchgeführt werden. Die Einzelkornsäat hat sich bewährt. Bezüglich Sicherheit und Geschwindigkeit des Feldaufgangs ist sie der Drillsäat überlegen. Sie sorgt für eine exakte Tiefenablage, für die geringste Beschädigung des empfindlichen Saatkorns sowie für ein besseres Auflaufen bei verschlammungsgefährdeten Böden. Druckrollen, die hinter den Säscharen nachlaufen, drücken das Saatkorn an den feuchten Saathorizont, um bei Trockenheit den hohen Keimwasserbedarf der Bohne zu decken. Die Einzelkornsäat ist besonders bei 00-Sorten der Drillsäat vorzuziehen, da hier eine gleichmäßige Tiefenablage und eine gleichmäßige Pflanzenverteilung in der Reihe gewährleistet sind. Durch die größere Reihenweite ist auch eine Maschinenhacke möglich, die sich günstig auf die Entwicklung der Wurzelknöllchen auswirkt (Durchlüftung des Bodens). Bei optimalem Saatbett ermöglicht auch die Drillsäat gleichwertige Ergebnisse. Bei hohen Bestandsdichten kann mit dieser Saatmethode eine bessere Standraumverteilung erzielt werden.



Abbildung 15: Mulchsaat mit Einzelkornsämaschine (links) und Bestand nach Auflaufen (rechts) [Quelle: M. Demmel (LfL)]

Aufgrund der langsamen Jugendentwicklung von Soja ist der Boden nach dem Anbau ein bis zwei Monate vor Witterungseinflüssen kaum geschützt. Häufig kommt es daher zu einer Verschlammung und Verkrustung der obersten Bodenschicht. Der damit einhergehende reduzierte Gasaustausch wirkt sich unter anderem auf die Stickstofffixierleistung und damit auf das Wachstum und die Ertragsfähigkeit von Soja negativ aus. Bei Starkregenernissen im Frühsommer ist außerdem das Erosionsrisiko auf Sojaflächen – insbesondere in Hanglagen – sehr hoch.



Abbildung 16: Mulchsaat ohne Saatbettbereitung [Quelle: F. Jobst (LfL)]

Um diese negativen Auswirkungen beim Sojaanbau zu vermeiden, wird eine Mulchsaat mit vorangegangenem Zwischenfruchtanbau empfohlen. Dabei gilt: Je höher die Abdeckung des Bodens mit Mulchmaterial nach dem Anbau, desto besser der Bodenschutz.

2.5.4 Saattiefe

Die Saattiefe sollte 3 bis 4 cm betragen. Auf leichten, schnell austrocknenden Böden kann der Samen bis auf 5 cm abgelegt werden. Größere Saattiefen sind unbedingt zu vermeiden, da die Sojabohne epigäisch keimt, d.h. das Hypokotyl (Abschnitt zwischen Wurzel und Keimblatt) schiebt sich aus dem Boden und beginnt, die Keimblätter mitzuziehen. Wichtig ist, dass die abgelegten Samen guten Anschluss an die feuchten Bodenschichten haben. Bei sehr lockerem Boden ist ein Anwalzen empfehlenswert.



Abbildung 17: Epigäische Keimung [Quelle: LK OÖ, 2018]

Saattiefe:

2 bis 5 cm je nach Bodenart und Bodenzustand, Striegel- und Herbizideinsatz:

- 2 cm: bei früherer Saat, schweren oder kalten Böden
- 3 bis 4 cm: bei späterer Saat, leichten, warmen oder trockenen Böden
- 4 bis 5 cm: beim Einsatz von Bodenherbiziden bzw. Gefahr von Vogelfraß

2.5.5 Reihenabstand

Der Reihenabstand sollte 12,5 bis 50 cm betragen: 12,5 cm (konventionelle Drillsaat, 10 % mehr säen) bis 35 cm (Einzelkorn), bei Reihenhacke auch 40 bis 50 cm. Reihenweitenversuche zeigten, dass die gewählte Reihenweite keinen signifikanten Einfluss auf den Ertrag hat. Lediglich ein gesicherter Bestand von 40 bis 60 Pflanzen/m² ist entscheidend.

Bei Verschlämmungsgefahr ist die Einzelkorn-Reihensaat vorzuziehen. Ein halber Maisreihenabstand (37,5 cm) ist eine geeignete Reihenweite bei Einzelkornsaat. So erhält man dichtere Reihen und gleichzeitig die Möglichkeit, im Bedarfsfall zu hacken.

2.6 Unkrautkontrolle

Neueinsteiger in den Sojaanbau müssen sich insbesondere mit den speziellen Spielregeln bei der Unkrautbekämpfung vertraut machen. Eine erfolgreiche Unkrautkontrolle sichert im Mittel 20 bis 30 % Ertrag ab und ist damit eine wichtige Produktionsmaßnahme. Ein Misserfolg bei der Unkrautbekämpfung kann bis zum Totalausfall der Ernte führen.

Leguminosen besitzen eine **zögerliche Jugendentwicklung**. Auf der entsprechend lange offenen Bodenoberfläche können sich Unkräuter und Ungräser ungestört entwickeln und die Kultur „überwachsen“. Aufgrund der relativ geringen Konkurrenzleistung in der Jugendphase sind besonders unkrautwüchsige Standorte für den Sojaanbau wenig geeignet. Auch evtl. stärker vorhandene Altunkräuter müssen unbedingt vor der Saat, z.B. durch eine Bodenbearbeitung bzw. einer intensiveren Saatbettbereitung, beseitigt werden.

Hauptkonkurrenten für die Sojabohne sind **Leitunkräuter** wie **Kletten-Labkraut, Kamille, Knöterich, Gänsefuß, Melde** oder auch **Ausfallraps**. Wurzelunkräuter wie **Disteln** und **Ampfer** sind besonders gefürchtet, weil sie sowohl mechanisch als auch chemisch kaum bekämpft werden können. Soja wird häufig in Mais-Fruchtfolgen integriert. Regelmäßig vorkommende **Hirse-Arten** können im Sojabestand problemlos mit speziellen Graminiziden (Herbizide mit reiner Gräserwirkung) bekämpft werden.



Abbildung 18: Disteln im Sojabestand [Quelle: K. Gehring (LfL)]

normalen Bedingungen keine stärkeren Kulturschäden verursacht werden. Bei sehr hohen Frühjahrsniederschlägen kann der Wirkstoff jedoch in die Keimwurzelzone gelangen und Schädigungen und Bestandsausdünnungen verursachen. Stomp Aqua sollte deshalb nur in Regionen mit geringem Niederschlag (Nordbayern) mit einer Aufwandmenge von höchstens 2,0 l/ha eingesetzt werden.

Bei Präparaten mit dem Wirkstoff Metribuzin (Sencor Liquid, Artist) bestehen sortenspezifische Unverträglichkeiten, die sich in unseren Versuchen allerdings nur bei der Sorte ES Mentor deutlich bemerkbar machten.

In Deutschland in Sojabohnen zugelassenen oder genehmigte Herbizide			
Quelle: BVL Datenbank, Stand: März 2019			
Präparate	Indikation	max. Aufwand/ha	Bemerkungen
Breitbandherbizide im Voraufverfahren			
Artist	Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter, Schadhirsen und Jährige Rispe	2,0 l	Im Voraufverfahren auf möglichst gut abgesetzten Boden. Ergänzung mit z.B. Centium 26 CS zur Verbesserung der Wirkungsbreite sinnvoll. Sortenverträglichkeit gegenüber Metribuzin beachten.
Centium 36 CS	Kletten-Labkraut, Taubnessel-Arten, Knöterich-Arten, Vogel-Sternmiere	0,25 l	Im Voraufverfahren bis 5 Tage nach der Saat auf möglichst gut abgesetzten Boden. Nicht in Beständen zur Saatguterzeugung!
Sencor Liquid	Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter, ausgenommen Kletten-Labkraut	0,4 l	Im Vorauf bis BBCH 07. Ergänzung mit weiteren Bodenherbiziden sinnvoll. Sortenverträglichkeit gegenüber Metribuzin beachten.
Spectrum	Schadhirsen, Amaran-Arten, Kamille-Arten	0,8 - 1,4 l	Im Vorauf mit 0,8 l auf leichten Böden und mit 1,4 l/ha auf mittleren bis schweren Böden. Ergänzung mit z.B. Stomp Aqua oder Sencor Liquid sinnvoll.
Spectrum Plus	Schadhirsen, Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter, ausgenommen Kletten-Labkraut	2,5 - 3,0 l	Im Voraufverfahren bald nach der Saat auf möglichst gut abgesetzten Boden. Zur Verbesserung der Verträglichkeit sollte die Aufwandmenge auf 2,5 l/ha begrenzt werden.
Stomp Aqua	Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter, ausgenommen Kletten-Labkraut und Kamille-Arten	2,6 l	Im Voraufverfahren bald nach der Saat auf möglichst gut abgesetzten Boden. Zur Verbesserung der Verträglichkeit sollte Stomp Aqua mit einer reduzierten Aufwandmenge von 1,5 l/ha in Tankmischung mit Sencor Liquid oder Spectrum eingesetzt werden.
Blattherbizide für die Nachaufbehandlung			
Clearfield-Clentiga + Dash	Einjährige zweikeimblättrige Unkräuter	1,0 l + 1,0 l	Im Nachauf von BBCH 10 - 25 der Sojabohne gegen Amaran, Klettenlabkraut, Gänsefuß, Holzzahn, Nachtschatten..
Harmony SX	Amarant-Arten, Acker-Hundskamille, Holzzahn-Arten, Kamille-Arten, Vogel-Sternmiere	2x 7,5 g	Nach dem Auflaufen im Splitting-Verfahren im Abstand von 7 bis 14 Tagen in BBCH 12 bis 14 der Kultur. Gute Nebenwirkung gegen Ampfer. Ergänzung mit 0,3 l/ha Trend sinnvoll.
Graminide zur reinen Ungrasbekämpfung			
Fusilade MAX	Einjährige einkeimblättrige Unkräuter, ausgenommen: Einjähriges Rispengras	0,75 - 1,0 l	Im Nachauf ab BBCH 12 bis zur Bestockung der Ungräser. Wüchsiger Witterung und Zusatz eines geeigneten Additiv fördert die Wirkung. Ausfallgetreide wird mit erfasst.
Focus Aktiv Pack = Focus Ultra + Dash	Einjährige einkeimblättrige Unkräuter, ausgenommen: Einjähriges Rispengras	0,75 - 1,5 l + 0,75 - 1,5 l	Im Nachauf ab BBCH 12 bis zur Bestockung der Ungräser. Wüchsiger Witterung und Zusatz eines geeigneten Additiv fördert die Wirkung. Ausfallgetreide wird mit erfasst.
Fusilade MAX	Gemeine Quecke - Niederhaltung zwecks Führung der Kultur	2,0 l	Im Nachauf von BBCH 12 bis 14 der Quecke. Optimale Wachstumsbedingungen und Zusatz geeigneter Additive fördert die Wirkung. Ausfallgetreide und Samenungräser werden mit erfasst.
Focus Aktiv Pack = Focus Ultra + Dash	Gemeine Quecke - Niederhaltung zwecks Führung der Kultur	2,5 l + 2,5 l	Im Nachauf bei 15-20 cm Wuchshöhe der Quecke. Ausfallgetreide und Samenungräser werden mit erfasst.
Sikkation zur Spätbehandlung vor der Ernte			
Reglone	Spätverunkrautung und Zwiewuchs	3,0 l	Nur in Beständen zur Saatguterzeugung zugelassen. Anwendung ab Vollreife des Hauptbestandes mit 400 - 800 l/ha Wasser.
		Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenschutz © 2019 - K. Gehring & S. Thyssen	

Abbildung 20: In Deutschland in Sojabohnen zugelassene oder genehmigte Herbizide [Quelle: K. Gehring, S. Thyssen (LFL) nach BVL Datenbank (Stand März 2019)]

2.6.3 Wenig Möglichkeiten für eine dikotyle Nachauflauf-Behandlung

Für eine gegebenenfalls notwendige Nachbehandlung gegen dikotyle Unkräuter, etwa bei durch Trockenheit unzureichender Wirkung der Bodenherbizide, stehen die Präparate Clearfield®-Clentiga® (CL-Clentiga) und Harmony SX® im Nachauflauf zur Verfügung. Harmony SX® wirkt vor allem gegen Kamille, Ausfallraps, Hirtentäschel- und Hellerkraut, Ampfer, Amarant und Hohlzahn. Eine Splitting-Anwendung im Abstand von 10 bis 14 Tagen im 2- bis 4-Blattstadium der Unkräuter sowie die Ergänzung mit dem Zusatzstoff Trend erhöhen die Wirkungssicherheit. CL-Clentiga hat eine höhere Breitenwirkung gegen z.B. Amarant, Franzosenkraut, Kletten-Labkraut, Gänsefuß, Melde, Hohlzahn, Hellerkraut, Taubnessel, Vogelmiere und Schwarzen Nachtschatten. Zudem verfügt das Präparat über eine Nebenwirkung gegen Ungräser. Aufgrund des relativ hohen Preises ist CL-Clentiga allerdings weniger zur situationsbezogenen Nachbehandlung geeignet, sondern sollte eher als strategische Spritzfolgebehandlung, z.B. mit Vorlage von Spectrum Plus im Voraufbau, eingesetzt werden. Bei einem Nachbehandlungsbedarf gegen Gänsefuß und Melde ist CL-Clentiga leistungsfähiger als das relativ kostengünstige Harmony SX®. Da diese Unkräuter bis zur Ernte in Soja erhebliche Schäden verursachen können, sind die höheren Behandlungskosten nicht mehr relevant.

2.6.4 Ungräser – kein Problem

Quecken und Samenungräser können in der Soja gezielt und hoch effektiv mit den Graminiziden Focus Ultra® oder Fusilade Max® bekämpft werden. Der Einsatz der reinen Gräsermittel sollte im 2- bis 3-Blattstadium der Samenungräser oder bei 15 bis spätestens 20 cm Wuchshöhe der Quecke erfolgen. Spätere Behandlungen haben immer das Risiko einer zu starken Abschattung durch die Kulturpflanzen, mit der Folge von zu geringer Wirkstoffaufnahme der Ungräser und entsprechenden Wirkungsverlusten. Der Zusatz von geeigneten Additiven bzw. Netzmitteln fördert die Wirksamkeit der Graminizide sehr effektiv. Das Präparat Focus Ultra® wird daher im Pack mit dem Zusatzstoff Dash® vermarktet. In dieser Kombination sind 50 % der regulären Aufwandmengen von Focus Ultra® für die Ungrasbekämpfung ausreichend.

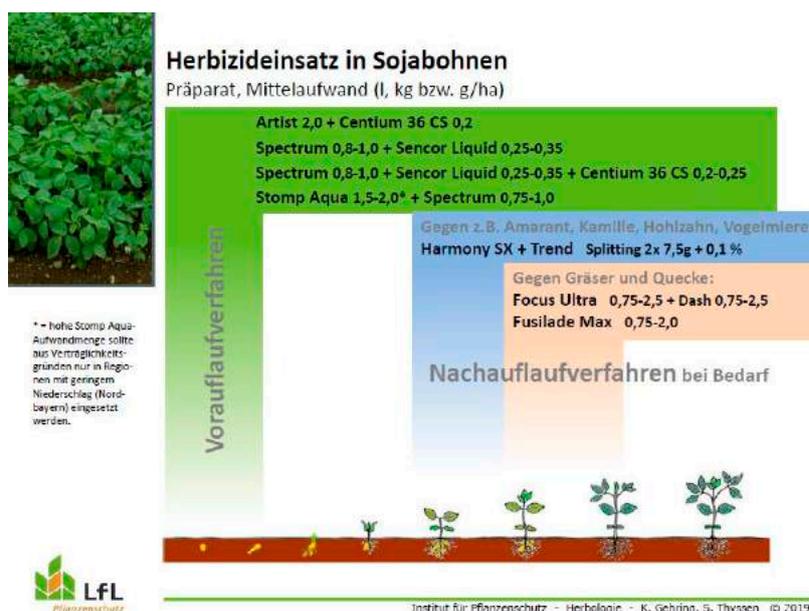


Abbildung 21: Empfehlungen für den Herbizid-Einsatz in Soja (Stand: 2019) [Quelle: K. Gehring, S. Thyssen (LfL)]

2.6.5 Mechanische Unkrautkontrolle

Die rein mechanische Unkrautkontrolle stellt hohe Ansprüche an das Management und ist zudem stark von den Standortbedingungen abhängig. Aufgrund der Unkrautkonkurrenz in der Jugendentwicklung sind mehrere Anwendungen mit Striegel oder Hackgerät unumgänglich. Bei etwas späteren Saatterminen kann die mechanische Unkrautbekämpfung praktisch schon vor der Saat beginnen, indem die Saatbettbereitung vorgezogen wird und die erste Unkrautkeimwelle noch vor der Saat mit leichtem Eggen oder mit einem scharf eingestellten Striegel beseitigt wird (Verfahren: **Falsches Saatbett**). Aufgrund der tiefen Saatgutablage ist ein **Blindstriegeln vor dem Auflaufen** gegen die erste Unkraut-Keimwelle möglich. Hierbei ist mit viel Fingerspitzengefühl vorzugehen, um die Keimlinge nicht zu schädigen.



Abbildung 22: Bildstriegeln vor Auflaufen der Sojapflanzen [Quelle: Donau Soja]

Im Auflaufen sind Sojabohnen für eine Striegelbehandlung zu empfindlich. Erst ab dem 3. Fiederblattpaar kann wieder in den Bestand gefahren werden. Durch erhöhte Saatstärken können die unvermeidbaren Striegelschäden an der Kultur ausgeglichen werden.

Bei größeren Reihenweiten können auch Hackgeräte erfolgreich eingesetzt werden. Damit wird der Termindruck für die mechanische Unkrautkontrolle entschärft und größere bzw. stärker verwurzelte Unkräuter können noch gut bekämpft werden. Ähnlich wie im Mais kann dabei ein gewisses Anwerfen des Bodens auf die Reihe vorgenommen werden, um die Unkräuter in der Reihe durch Verschütten in der weiteren Entwicklung zu behindern.



Abbildung 23: Kombinierte Hacktechnik zur reihennahen Unkrautbekämpfung in Soja [Quelle: P. Urbatzka (LfL)]



Abbildung 24: Hackgerät mit sensorgesteuerten Verschieberahmen [Quelle: Maschinenfabrik Schmotzer GmbH]

In der Praxis hat sich gezeigt, dass selbst ein leichtes Verschütten der Sojapflanzen beim Hacken unproblematisch ist, da diese relativ schnell durch die Bodenschicht durchwachsen. Neben der Unkrautbekämpfung begünstigt die mechanische Pflege den Gasaustausch und damit die Entwicklung der Knöllchenbakterien.

Auf erosionsgefährdeten Standorten ist der Einsatz von Hackgeräten problematisch. Die aufgelockerte oberste Bodenzone nimmt bei Starkregen am Anfang zwar noch relativ gut Wasser auf, kann bei intensiven Niederschlägen allerdings auch zu einem frühzeitigen und verstärkten Abschwemmen von Boden führen. Hanglagen von über 10 % Neigung sind daher generell für die Anwendung einer intensiven mechanischen Unkrautkontrolle ungeeignet. Auf weniger steilen Flächen kann durch den Anbau quer zum Hang eine gewisse Risikominderung vorgenommen werden. In diesem Fall muss die Hackgerätetechnik allerdings in der Lage sein, z.B. durch einen Sensor- oder GPS-gesteuerten Verschieberahmen, einen Hangversatz auszugleichen. Bei angrenzenden Oberflächengewässern sollten zusätzliche Schutzmaßnahmen mit Pufferzonen zwischen dem Gewässer vorgenommen werden.



Abbildung 25: Spätverunkrautung mit Gänsefuß führt zu hohen Ertragsschäden und Erntebehinderungen [Quelle: K. Gehring (LfL) (links), LK OÖ, 2018 (rechts)]

2.7 Schädlinge und Krankheiten

Bisher gab es mit Schädlingen und Krankheiten relativ wenige Probleme.

2.7.1 Distelfalter

2009 wurde erstmals ein größeres Auftreten der Raupe des Distelfalters verzeichnet. In manchen Regionen führte das zu einem fast vollständigen Verlust der Blätter. Der Distelfalter kann bei heißer Sommerwitterung auftreten. Kommt es zur Massenvermehrung, können die Raupen einen Kahlfraß (beginnt nesterweise) im Sojabestand verursachen.

Der Distelfalter hat eine Flügelspannweite von ca. 5,5 cm. Die Körperlänge beträgt 2 cm. Die Flügel sind sehr bunt, rötlich mit weißen und schwarzen Flecken. Hellgrüne, ovale Eier werden auf die Blätter gelegt. Die erwachsenen Raupen sind 4 cm lang, behaart und dunkelbraun, mit zwei gelben Linien an den Seiten. Die Puppe ist 2 cm lang und silberbraun in der Farbe. Sie ist kopfüber an den Sojabohnenblättern befestigt.

Der Distelfalter ist eine wandernde Spezies, die aus Afrika und aus dem Mittelmeerraum stammt. Der Falter hat zwei bis drei Generationen pro Jahr. Die ersten Exemplare können im frühen Frühling gesehen werden. Nach der Paarung legen die Weibchen rund 500 Eier auf die Blätter verschiedener Pflanzen. Die höchste Häufigkeit tritt im Juni und Juli auf.

Nur die Raupen sind schädlich. Wenn sie jung sind, fressen sie die Blattteile zwischen den Nerven und später, im Falle eines höheren Aufkommens, können sie eine Entblätterung verursachen. Beschädigte Blätter werden durch netzartige Larvennester miteinander verbunden. Die Raupen ernähren sich von Unkräutern (Ackerkratzdistel, Nickende Distel, Große Klette, etc.), aber auch von Sojabohnen. Beschädigte Pflanzen werden typischerweise gruppiert und lokalisiert.



Abbildung 26: Raupe (links) und adulter Falter des Distelfalters (rechts) [Quelle: LK OÖ, 2018]

Bekämpfung

Eine sehr wichtige Maßnahme ist das Unkrautmanagement. Bei einem Befall von mehr als 20 Raupen je laufenden Meter ist eine Bekämpfung nötig. Bevorzugt und empfohlenes Mittel sind *Bacillus thuringiensis*-Präparate. Diese sind auch im Ökolandbau zugelassen. Da es für diese Präparate jedoch derzeit keine reguläre Zulassung im Sojaanbau gibt, muss ein Antrag auf Einzelfallgenehmigung nach §22, 2 Pflanzenschutzgesetz beim zuständigen Pflanzenschutzdienst gestellt werden. „Karate Zeon“ kann ebenfalls verwendet werden; Einsatz erst ab Befallsfeststellung oder Warndienstaufruf und bei Temperaturen unter 25°C (begünstigt u.U. einen nachfolgenden Spinnmilbenbefall).

2.7.2 Fraßschäden

Das Saatgut wird gerne von **Tauben, Krähen, Fasanen** und **Schnecken** gefressen. Besonders in der Auflaufphase ist Soja durch Tauben- und Krähenfraß gefährdet, später durch Hasen und Rehe.

Bekämpfung

Vorbeugend Saatgut entsprechend tief ablegen, um es vor Vogelfraß zu schützen. Vorab kann ein gut abgesetztes Saatbett ohne Hohlräume (evtl. Rückverfestigung nach der Saat) helfen, den Schneckenbefall zu minimieren. Bei Schneckenbefall: Randbehandlung mit einem für Ackerbaukulturen zugelassenem Bekämpfungsmittel (z.B. „Derrex“, „Sluxx HP“) oder u.U. mit Branntkalk durchführen.

Maßnahmen gegen Wildschäden sind mit dem Jagdausübungsberechtigtem abzustimmen. Möglich sind u.U. Ablenkungsfütterungen oder auch Aufstellung eines elektrischen Schutzzauns (der von Bewuchs freizuhalten ist).



Abbildung 27: Soja ist bei Haarwild besonders beliebt – wertvolle Pflanzen, wie hier links Zuchtmaterial, müssen mit Wildzaun geschützt werden [Quelle: LK OÖ, 2018]

2.7.3 Sojazystennematode (*Heterodera glycines soja*)

Sojazystennematoden sind kleine Fadenwürmer, die die Wurzeln infizieren. Oberirdisch ist nicht immer ein Schaden sichtbar und oft auch unspezifisch. Zwergwuchs und Chlorosen an den Blättern sind oft Anzeichen für stark befallene Pflanzen. Unterirdisch weisen dunkel gefärbte Wurzeln, ein schwach entwickeltes Wurzelsystem und eine reduzierte Knöllchenbildung auf einen Nematodenbefall hin. Ein Befall kann zu Ernteverlusten von 30 bis 50 % führen. Bisher trat die Sojazystennematode in Europa noch nicht auf. Vorbeugend sollten in Regionen, in denen seit mehreren Jahren Soja angebaut wird, stichprobenartig Bodenuntersuchungen auf Nematodenbefall durchgeführt werden.

2.7.4 Pilzliche Schaderreger

Weißstängeligkeit (*Sklerotinia sclerotiorum*)

Auch die Sojabohne ist in niederschlagsreicheren Breiten nicht völlig selbstverträglich. Sklerotinia-Weißstängeligkeit kann zu einem Problem werden. Sie tritt überwiegend unter kühl-feuchten Bedingungen auf. Die Pflanzen verbleichen und werden schnell notreif. Am Stängel bildet sich relativ spät ein schaumig, weißes Myzel, woran der Erreger gut erkennbar ist. Auf dem Myzel werden Sklerotien (kleine, schwarze Körner) gebildet. Oftmals knickt der Stängel dort ab. Weißstängeligkeit kann zu starken Ertragseinbußen führen. Der Erreger kann einige Jahre im Boden überdauern.

Die ersten Symptome der Krankheit sind in der Regel während der Blüte und der Hülsenbildung sichtbar, d. h. wenn sich der Bestand schließt. Die obersten Blätter verlieren zuerst an Gewebespannung, welken und verkümmern allmählich. Sie sind zunächst grau bis grün gefärbt, später dunkelbraun. Verwelkte Blätter bleiben haften und infizierte Pflanzen sind somit leicht identifizierbar. Aufgrund der fehlenden Wasser- und Nährstoffzufuhr von der Wurzel, verwelken und verfaulen die Pflanzen dann vollständig. Weißes, flauschiges, baumwollartiges Myzel wächst durch die abgestorbenen Pflanzenteile.



Abbildung 28: Symptome der Weißstängeligkeit (links) und befallene Pflanzen im Bestand (rechts) [Quelle: LK OÖ, 2018 (links), Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad (rechts)]

Die Symptome auf den Hülsen und Samen unterscheiden sich je nach Entwicklungsstadium der Infektion. Bei Frühinfektionen trocknen die Hülsen vor der Kornfüllphase vollständig ab, solche Pflanzen haben keinerlei Ertrag. Wenn die Krankheit während der Kornfüllungsphase auftritt, bleiben sie aufgrund der unzureichenden Nährstoffzufuhr klein. Die Schoten können auch direkt infiziert werden, sie sind dann feucht und weich mit wachsenden weißen Myzelien. Ihre Samen sind abgeflacht und mit faltiger Samenschale. Manchmal faulen sie vollständig und es bilden sich Sklerotien statt Samen.

Ab Mitte der Vegetationsperiode kann es zu Welken und Verfaulen kommen. Die Schäden sind besonders groß, wenn die Pflanzen in der Blüte- und Hülsenbildungsphase infiziert werden; in diesem Fall ist die prozentuale Abnahme der Ausbeute fast identisch mit dem Prozentsatz der erkrankten Pflanzen. In Bayern und in der Donauregion kommt es nur selten bei sporadisch auftretenden lokalen Ausbrüchen zu schwerer Weißstängeligkeit.

Wichtig für den Beginn und die Verbreitung der Sojabohnen-Weißstängeligkeit ist eine hohe Feuchtigkeit. In saftigen, dicken und lagernden Sojabohnenpflanzen tritt sie stärker auf. Es gibt keine bekannten resistenten Genotypen und die Situation ist ähnlich wie bei anderen Pflanzenwirten (über 400 Pflanzenarten) des Erregers. Es gibt jedoch Variationen

hinsichtlich der Anfälligkeitsgrade. Spät reifende Sorten sind anfälliger als früh reifende Sorten. Kurzsaisonsorten sind auch nicht physiologisch resistent, vermeiden aber den Erregerangriff.

Bekämpfung

Die beste Abhilfe ist eine weitgestellte vierjährige Fruchtfolge (auch zu anderen sklerotiniaanfälligen Kulturen/Wirtspflanzen). Diese sind: Soja, Sonnenblume, Tabak, Ackerbohne, Erbse, Luzerne und vor allem Raps, Kohlgewächse und Kümmel. Eine Bekämpfung ist mit Propulse (1,0 l/ha) in der Blüte möglich. Die Zulassung gilt nur für die Saatgutvermehrungen. Neben einer weitgestellten Fruchtfolge kann vorbeugend der Reihenabstand auf 50 cm vergrößert werden. Dies sorgt für eine bessere Durchlüftung des Bodens.

Stängelkrebs (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*)

Der Stängelkrebs ist eine der Krankheiten mit den größten wirtschaftlichen Auswirkungen im Sojaanbau. Es verursacht Pflanzenverkümmern und Welken beim Ansetzen der Hülsen. Folglich werden Samen entweder nicht gebildet oder sind klein und schrumpelig aufgrund einer vorzeitigen Unterbrechung der Kornfüllung. Wenn die Infektion früh in der Saison beginnt, sind die Symptome schwerwiegend und die Ertragsverluste groß. Eine spätere Infektion zeigt mildere Symptome und geringere Ertragsverluste.

Erste Symptome des Stängelkrebses sind sichtbar, nachdem die Sojabohne das reproduktive Wachstum erreicht hat. Die Schwerwiegendsten treten beim Schotenansatz und in der Kornfüllung auf. Ein oder mehrere Knoten des Stängels an der Bodenoberfläche zeigen leicht einfallende Läsionen, sie sind elliptisch oder unregelmäßig geformt. Mit der Zeit verlängern sich die Läsionen und breiten sich auf benachbarte Internodien aus, erreichen eine Länge von bis zu 10 cm und überwachsen dann den ganzen Stängel. Das Stammgewebe wird nekrotisch und gürtelförmig, sodass die Wasser- und Nährstoffversorgung von der Wurzel abgeschnitten wird und die kranke Pflanze allmählich welkt und stirbt. Die obersten Blätter der infizierten Pflanzen zeigen eine intervenierende Chlorose, gefolgt von einem allmählichen Verlust von Gewebespannung. Die Blätter verkümmern, welken und sterben, bleiben aber an der Pflanze haften und machen erkrankte Pflanzen auf dem Feld leicht identifizierbar.



Abbildung 29: Symptome des Stängelkrebses (links) und ein mit Stängelkrebs befallener Bestand (rechts) [Quelle: Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad]

Die Sojabohne ist am anfälligsten von der vollen Blüte bis zur Kornfüllungsperiode. Wenn es in diesem Zeitraum zu starken Regenfällen kommt, kann daher mit schweren Vorkommen von Stängelkrebs gerechnet werden.

Es gibt keine kommerziellen Sojasorten, die vollständig resistent gegen Stängelkrebs sind, aber es gibt große Unterschiede in Bezug auf die Anfälligkeitsniveaus. Spät reifende Sorten sind sehr anfällig, da sie sich zu Beginn der Infektion in den frühen Entwicklungsstadien befinden. Eine frühe Infektion verursacht vorzeitiges Absterben und vollständigen Ertragsverlust. Früh reifende Sorten vermeiden den Erregerangriff und zeigen viel mildere Symptome der Infektion.

Samenzerfall (*Diaporthe/Phomopsis spp.*)

Die Ursachen für den Samenzerfall sind Pilze der Gattung *Diaporthe/Phomopsis spp.*. Die Krankheit tritt besonders in Regionen und Jahren mit einem heißen und feuchten Klima während der Reifezeit auf. Infizierte Samen sind von reduzierter Qualität (Keimfähigkeit, Triebkraft) und die Aussaat führt nicht zu einem optimalen Bestand. Symptome sind charakteristisch und leicht zu beobachten. Betroffenes Saatgut ist deformiert, geschrumpft oder länglich. Die Samenschale ist runzelig, rissig und teilweise oder vollständig mit krei-deweißem Schimmel bedeckt. Sie keimen zu langsam und Sämlinge zeigen häufig Anzeichen von Keimlingsfäule. Nasse und warme Witterung während der Erntezeit begünstigt die Entwicklung dieser Krankheit.



Abbildung 30: Befallene Körnern (links), gesunde Körner (rechts) [Quelle: Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad]

Falscher Mehltau (*Peronospora manshurica*)

Falscher Mehltau ist die am weitesten verbreitete Sojabohnenkrankheit – sie kommt regelmäßig in allen Sojabohnenanbaugebieten der Welt vor. Besonders schlimm ist es, wenn die Vegetationsperiode mit Regen beginnt, gefolgt von einer längeren Trockenperiode. Dieser Pilz verbreitet sich intensiv, wenn in der Wachstumsperiode häufige Regenfälle, starker Morgentau, hohe relative Luftfeuchtigkeit und mäßige Temperaturen von 18-22 °C auftreten.

Falscher Mehltau wird häufig auf Blättern und Samen beobachtet und kann systemische Pflanzeninfektionen verursachen, wenn Pflanzen aus infiziertem Saatgut erwachsen. Die frühen Symptome sind bereits im Stadium von zwei bis drei echten Blättern zu sehen, wenn kleine hellgelbe Flecken auf den Blattoberflächen erscheinen. Unter feuchten Bedingungen vergrößern und verteilen sich die Flecken auf größeren Blattflächen. Infiziertes Gewebe wird mit der Zeit nekrotisch, wird an den Rändern dunkler und gerollt, welkt und fällt ab. Die Symptome sind auch auf der Unterseite der Blätter sichtbar, wo die Flecken eine faserige Kruste haben. Dieser Belag hat zunächst ein hellbraunes Aussehen und wird mit der Zeit violett, was sehr spezifisch für Falschen Mehltau ist und die Diagnose erleichtert. Die Schoten können auch infiziert werden, aber die Symptome sind nur im Inneren der Schoten und auf den Samen sichtbar. Die Samenschale ist teilweise oder vollständig

mit Pilzorganen bedeckt, meistens um das Hilum herum. Infizierter Samen ist normalerweise kleiner als gesunder Samen und von geringerer Qualität.



Abbildung 31: Falscher Mehltau [Quelle: LK OÖ, 2018]

Systemisch infizierte Pflanzen verlieren vollständig an Ertrag, aber ihr Prozentsatz ist niedrig, gewöhnlich unter 0,1 %. Sojabohnen-Genotypen zeigen einen breiten Anfälligkeitsbereich, von sehr anfällig bis vollständig resistent. Gute Resistenzquellen sorgen für die erfolgreiche Züchtung resistenter Sorten.

Sojabohnenmosaik-Virus (SMV) (*Soybean mosaic virus, SMV*)

Das Sojabohnenmosaik-Virus ist das gefährlichste Virus für Soja und bedroht weltweit den Anbau in allen Sojaanbaugebieten. Das SMV gehört zu den Potyviren, welche zu den am weitesten verbreiteten Viren überhaupt zählen.

Die primäre Infektionsquelle ist infiziertes Saatgut und der Hauptweg der großräumigen Verbreitung. Der Anteil infizierter Samen kann bis zu 30 % und mehr betragen und ist abhängig von Sorte, Genotyp, Infektionszeitpunkt (zeitlicher Abstand zur Blüte) sowie vom Virusstamm. Das Virus sitzt in der Samenschale und im Embryo. Nicht jeder infizierte Samen führt tatsächlich auch zu einer infizierten Pflanze. Werden die Pflanzen erst nach der Blüte infiziert, so sind die Samen nicht infiziert. Die als Folge der Infektion beobachtete Scheckung der Samenschale ist nicht direkt korreliert mit der Anwesenheit des Virus in den Samen und kann auch andere Ursachen haben. Spätreife Sorten scheinen eine geringere Fleckungsneigung aufzuweisen.

Die Ausbreitung innerhalb eines Feldes und von Feld zu Feld erfolgt durch Blattläuse, die den Virus in sich tragen. Je höher die Virusbelastung des Saatguts (Primärbefall), je größer die Blattlauspopulation und je jünger (= anfälliger) der Bestand, desto größer die Ausbreitungsgefahr und der zu erwartende Schaden. Das SMV wird nicht-persistent durch Blattläuse übertragen. Die Tatsache, dass bereits kurze Probestiche der Blattlaus zu einer Virusübertragung führen, hat zur Folge, dass Insektizidbehandlungen alleine zu keiner Virusbekämpfung und Eindämmung des Befalls führen, denn das Virus ist schon längst abgegeben, noch ehe das Pflanzenschutzmittel wirkt. Infizierte Pflanzen stellen eine andauernde Infektionsquelle im Bestand dar. Im Falle der Grünen Pfirsichblattlaus dient die Pflanze 5 bis 6 Tage nach der Infektion als Virusquelle und bleibt dies auch für weitere 18 Wochen.

Symptome bei anfälligen Pflanzen sind Mosaik und Nekrosen. Einhergehend mit Mosaik werden Rauigkeit der Blätter, dunkelgrüne Adernbänderung und hellgrüne Bereiche zwischen den Blattadern, Blattverdrehungen und Blattdeformation, wie zum Beispiel nach unten gekrümmte Blattränder, beobachtet.

Die durch das SMV bedingten Ernteverluste beziffern sich auf 8 bis 50 % und können bei anfälligen Sorten im Extremfall bis zu 100 % betragen. Auch die Qualität des Saatguts ist vermindert, Größe und Gewicht der einzelnen Körner reduziert.

Weitere pilzliche Erreger, Bakterien und Virose

Es gibt noch einige weitere pilzliche Erreger, Bakterien und Virose, welche bisher aber nur in den Hauptanbaugebieten der Sojabohne eine Rolle spielen. Weitere, auch in Bayern immer wieder auftretende, aber kaum ertragsbeeinflussende Krankheiten sind z.B. **Bakterienflecke** (gelbe bis braune Flecken blattoberseits, braunglänzende Flecken blattunterseits), **Soja-Septoria** (kleine, braune, unregelmäßige Flecken an den unteren Blättern) und verschiedene **Virose**. Witterungsbedingt können zusätzlich **Wurzelerkrankungen** (u.a. *Fusarium*) und **Auflaufkrankheiten** (z.B. *Phomopsis/Diaporthe*), **Anthraknose** (*Colletotrichum truncatum*), **Fusarium-Welke** (*Fusarium spp.*), **Asiatischer Sojabohnenrost** und **Bakterienbrand** (*Pseudomonas syringae* pv. *Glycinea*) auftreten.



Abbildung 32: Bakterienflecke auf Sojablatt [Quelle: LK OÖ, 2018]

Bei trockenwarmer Witterung können auch Blattläuse, vor allem die **Erbsenblattlaus** und die **Schwarze Bohnenlaus** erhebliche Schäden anrichten.

Gegen Auflaufkrankheiten ist der Wirkstoff Thiram zur (gewerblichen) Beizung zugelassen.

2.8 Düngung

Eine N-Düngung von Sojabohnen ist nach der Düngeverordnung grundsätzlich nicht möglich. Bei der Düngebedarfsermittlung wird deshalb bei Stickstoff kein Bedarf veranschlagt. Die Sojabohne ist in der Lage, wie alle anderen Leguminosen, über Knöllchenbakterien Luftstickstoff zu binden. Da diese Bakterien (*Bradyrhizobium japonicum*) in unseren Böden nicht vorhanden sind, müssen sie als Zusatz mit der Saat ausgebracht werden (siehe Saatgutimpfung).

Der Stickstoffbedarf der Sojabohnen wird bis zu 80 % durch die Knöllchenbakterien gedeckt. Den restlichen Stickstoffbedarf deckt die Sojabohne durch die natürliche Mineralisierung aus dem Boden.

Werden im Laufe der Vegetation helle Blätter beobachtet, so kann auf eine schlechte Knöllchenentwicklung geschlossen werden. Die Kontrolle des Knöllchenansatzes erfolgt Mitte Juni. Hierzu einige Pflanzen mit dem Spaten ausgraben und vorsichtig enterden, da die Knöllchen leicht abfallen! Bei ungenügender Knöllchenbildung, aufgehellten gelben Sojapflanzen und ca. 30 % der Pflanzen, die keine Knöllchen aufweisen, ist von einem N-Mangel auszugehen. In solchen Ausnahmefällen (z.B. fehlgeschlagene Saatgutimpfung) kann in der Düngebedarfsermittlung für Körnerleguminosen auch statt 0 kg N ein Stickstoffbedarfswert von 60 kg N/ha (abzüglich N_{min}) angesetzt werden, der aber ausschließlich über Wirtschaftsdünger gedeckt werden darf (Stand: 18.07.2018). Neben der eigenen Versorgung mit Stickstoff besteht bei Sojabohnen ein Nachlieferungspotenzial für die Folgefrucht von mindestens 10 kg N/ha.

2.8.1 Phosphat, Kali, Magnesium

Die Höhe der P-, K- und Mg-Düngermenge wird bemessen nach dem Nährstoffentzug durch Abfuhr sowie nach der Nährstoffgehaltsklasse des Bodens und den Standortfaktoren. Die Nährstoffabfuhr ergibt sich aus der Ertragserwartung multipliziert mit den Nährstoffgehalten im Erntegut.

Ein Richtwert für die Düngung mit Phosphat liegt bei ca. 50 kg P₂O₅ und jener für Kali bei ca. 60 kg K₂O/ha und Jahr. Dies gilt bei mittlerer Ertragslage und einem Boden, der über die Versorgungsklasse „C“ verfügt.

Gemäß der Düngeverordnung ist für die Düngebedarfsermittlung eine Bodenuntersuchung auf P auf allen Ackerschlägen ab 1 ha mindestens alle 6 Jahre erforderlich. Bei dieser Gelegenheit empfiehlt sich auch die Untersuchung auf K und den pH-Wert. Liegen die Bodenuntersuchungsergebnisse vor, kann der Düngebedarf schlagspezifisch berechnet werden.

Die Erfahrung zeigt, dass bei „gut“ mit P und K versorgten Böden im Jahr des Sojaanbaues auf eine Düngung gänzlich verzichtet werden kann. Die Versorgung wird aus dem Bodenvorrat sichergestellt.

Eine Phosphat- und Kalidüngung ist bei der Sojabohne nur dann ertragsrelevant, wenn die Gehaltsklasse C laut Bodenuntersuchung nicht gegeben ist. Die Sojabohne ist damit eine sehr genügsame Pflanze, die bei guter Bodenstruktur und einem guten Knöllchenbesatz auch ohne Düngung ihr volles Ertragspotential entfalten kann. In der Praxis hat sich gezeigt, dass eine Grunddüngung zu Sojabohnen meist keine Mehrerträge bringt, wenn der

Boden nicht stark unterversorgt ist. Die Grunddüngung kann deshalb im Rahmen der Fruchtfolge zu Kulturen mit einem größeren Bedarf und positiverer Ertragsreaktion gegeben werden. Pflanzenbaulich gesehen ist eine Düngung mit Phosphat und Kali wesentlich sinnvoller zu Mais, Raps oder Zuckerrübe. Erfolgt dennoch die Grunddüngung zu Soja, dann gelten die Empfehlungen laut Tabelle 2.

Tabelle 2: Düngebedarf auf Ackerflächen mit den empfohlenen Zu- und Abschlägen auf Basis der ermittelten Gehaltsklassen des Bodens

Gehaltsstufe	Phosphat	Magnesium	Kali	Kali
	alle Böden	alle Böden	leichte Böden	mittlere/schwere Böden
A	Abfuhr + 60 kg/ha	Abfuhr + 60 kg/ha	Abfuhr + 40 kg/ha	Abfuhr + 75 kg/ha
B	Abfuhr + 60 kg/ha	Abfuhr + 30 kg/ha	Abfuhr + 40 kg/ha	Abfuhr + 75 kg/ha
C	Abfuhr	Abfuhr	Abfuhr	Abfuhr
D	1/2 Abfuhr	keine	1/2 Abfuhr	1/2 Abfuhr
E	keine	keine	keine	keine

Quelle: Gelbes Heft, Tabelle 29 (pdf)

2.8.2 Berechnung der Gesamtdüngermenge bei Phosphat, Kali und Magnesium

Bei Phosphat wird für die Bodengehaltsklassen A (sehr niedrig) und B (niedrig) ein Zuschlag in Höhe von 60 kg/ha berechnet. Bei Kali kann in A und B auf leichten Böden ein Zuschlag von 40 kg/ha, auf mittleren und schweren Böden 75 kg/ha angesetzt werden. Bei Kalidüngung im Frühjahr sulfathaltige Düngemittel bevorzugen. Bei Magnesium wird ein Zuschlag von 60 kg/ha in A und 30 kg/ha in B empfohlen. Bei diesen Nährstoffen wird in der Gehaltsklasse C die abgeführte Nährstoffmenge gedüngt. Die Nährstoffabfuhr errechnet sich aus dem erwarteten Ertrag/den mittleren Erträgen multipliziert mit dem Nährstoffentzug durch das Erntegut. In der Gehaltsklasse D (hoch) wird als Düngung noch die Hälfte der Abfuhr empfohlen und in Bodengehaltsklasse E (sehr hoch) ist keine Düngung notwendig. Grundsätzlich sollte die Gehaltsklasse C angestrebt werden.

Tabelle 3: Phosphor-, Kalium- und Magnesiumentzüge in dt/kg FM

	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Erntegut (Korn)	1,5	1,7	0,5
Ernterückstände	0,3	4,0	1,2
Gesamt	1,8	5,7	1,7

Quelle: Gelbes Heft, Anhang - Tabelle 1a (pdf)

Beispielrechnung: Bei einem Ertrag von 30 dt/ha Sojabohnen (nur Korn – Ernterückstände verbleiben auf dem Feld) ergibt sich folgende Nährstoffabfuhr:

- Phosphor: 30 dt/ha x 1,5 kg/dt = 45 kg
- Kalium: 30 dt/ha x 1,7 = 51 kg
- Magnesium: 30 dt/ha x 0,5 kg/dt = 15 kg

2.8.3 Spurenelemente

Bei zu niedriger Borversorgung (Gehaltstufe A und B) kann eine Gabe von 2 kg/ha Solubor erfolgen. Allerdings ist die Gefahr einer Überdüngung mit Bor groß (Bortoxizität). Spurenelemente sind im Normalfall jedoch nicht ertragsbegrenzend, solange sie in der üblichen Menge im Boden vorhanden sind.

Weitere Informationen zum Thema Düngung:

- [LfL - Allgemeine Hinweise zur Düngung](#)
- [„Leitfaden zur Düngung von Acker- und Grünland“ \(Gelbes Heft\), Stand 2018 \(pdf\)](#)

2.9 Beregnung

Bis zur Blüte ist die Sojabohne relativ unempfindlich gegenüber Trockenheit. Eine ausreichende Bodenfeuchtigkeit ist aber für die Wirkung der Voraufbau-Herbizide und Verträglichkeit von Nachaufbau-Herbiziden sowie auf den Beimpfungserfolg mit Knöllchenbakterien von Vorteil.

Die wichtigste Phase, in der die Sojabohne ausreichend Wasser braucht, ist die Zeit von Hülsenansatz bis Samenbildung (Juli bis August). Die Sojabohne reagiert auf Wassermangel empfindlich mit Ertragseinbußen. Daher ist in dieser Zeit die Beregnung am wirkungsvollsten. Da der Großteil der Wurzelmasse in den oberen 50 cm liegt, sind Mengen von 30 mm je Regengabe ausreichend. Zudem verstärken höhere Mengen die Lagerneigung, was zu Problemen bei der Ernte führen kann.

Ob eine Beregnung durchgeführt wird, hängt nicht nur von der herrschenden Witterung und von den Bodenverhältnissen ab, sondern sollte sich auch an betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten orientieren.

Bei der Regengabe 30 mm nicht überschreiten, wegen Lagergefahr. Aber auch nicht zu viele kleine Gaben, wegen erhöhtem Krankheitsdruck. Keine Beregnung vor Beginn der Blüte! Ist nur eine Regengabe wirtschaftlich, sollte diese zur Zeit des Hülsenansatzes gegeben werden. Bei 3 Beregnungsgaben sollte die erste zum Blühbeginn (auf tiefgründigen Böden 10 Tage später), die zweite wenn die ersten Hülsen da sind und die dritte wenn die ersten Körner ein paar Millimeter dick sind. Für maximalen Eiweißgehalt nicht zu früh aufhören. Stopp der Beregnung bei Vergilbung der Blätter, wenn die ersten Hülsen reif sind sowie spätestens 3 Wochen vor der Ernte! Die Anschaffung einer Beregnungsanlage eigens für den Sojabohnenanbau ist jedoch zumeist nicht wirtschaftlich.

Trockenheitssensible Stadien sind:

- **Blühbeginn:** Hülsenansatz, Bildung von Verzweigungen
- **Ansatz der Hülsen:** Erhöhung der Kornzahl
- **Beginn des Dickenwachstums der Hülsen:** Erhöhung des Tausendkorngewichts

2.10 Ernte

Die Reife beginnt mit Gelbverfärbung und Blattfall. Die Sojabohne ist reif, wenn die Blätter abfallen und die Körner in den Hülsen beim Schütteln rascheln. Dies ist in der Regel zwischen Mitte September und Anfang Oktober der Fall. Der Erntezeitpunkt ist meist wenige Tage nach dem weitgehenden Blattfall erreicht, wenn die Bohnen in den Hülsen frei liegen (klappern beim Schütteln), mit dem Fingernagel schwer einzuritzen sind und die Kornfeuchte unter optimalen Verhältnissen bei 12–16 % liegt. Der Wassergehalt kann innerhalb einer Woche von 35 auf 15 % sinken. Der Erntetermin richtet sich grundsätzlich nach der Abreife der letzten Pflanzen. Eine Druschfeuchte unter 14 % erhöht den Beschädigungsanteil.



Abbildung 33: Die Bohnen sind reif, wenn sie in den Hülsen klappern [Quelle: LK OÖ, 2018]

Durch möglichst frühen Drusch (Mitte bis Ende September) kann die Verschmutzung der Kornoberfläche verringert werden. Ohne Ährenheber dreschen! Mähdrescher rechtzeitig bestellen, bevor alle auf Mais umgerüstet sind.

Bei verspäteter Reife und verspäteter Ernte (ab Mitte Oktober) ist wegen erhöhter Luftfeuchtigkeit kaum eine Kornfeuchte unter 18–20 % zu erzielen. In diesem Fall muss das Erntegut ehestmöglich auf 12–13 % Wassergehalt getrocknet werden, um eine Verpilzung zu verhindern und eine Lagerfähigkeit zu erreichen. Bevor die Bohnen nach einer Schlechtwetterperiode verderben, kann bei umgehender Trocknung auch bei 20–25 % gedroschen werden.

Besatz mit Mais, Erbsen etc. lässt sich schwer herausreinigen und gefährdet die Vermarktung als Konsumware. Mähdrescher, Transporteinrichtungen und Lager vorher gründlich reinigen.

Einstellung des Mähdreschers

Da der Ansatz der untersten Hülsen sehr tief ist, ist das Schneidwerk entsprechend tief zu stellen. Voraussetzung ist eine ebene Ackeroberfläche, die bereits beim Anbau geschaffen werden muss. Die Einzugsgeschwindigkeit hängt von der Schnitthöhe ab und ist normalerweise etwas langsamer als bei Getreide.

Um den Bruchkorn-Anteil so gering wie möglich zu halten, ist die Drehzahl der Trommel niedrig zu stellen (400 bis 600 U/Min). Die Trommelgeschwindigkeit ist von der Feuchtigkeit der Körner abhängig. Der Abstand von Trommel zum Dreschkorb soll vorne 20 bis

25 mm und hinten 15 bis 18 mm betragen, das Obersieb soll einen Lochdurchmesser von 15 bis 18 mm und das Untersieb von 10 bis 12 mm haben, Wind ($\frac{3}{4}$, nach vorne) ist entsprechend einzustellen.



Abbildung 34: Mähdrescher bei der Sojaernte [Quelle: LK OÖ, 2018]

Geringere Verluste durch flexible Schneidwerke

Praxisversuche der Landwirtschaftskammer Oberösterreich zeigen, dass bei konventionellem Mähdrusch mit Standardschneidwerken bis zu 320 bis 380 kg/ha (ca. 10 % des Ertrags) Sojabohnen am Feld verbleiben (überwiegend aufgrund tief sitzender Hülsen). Eine unebene Bodenoberfläche, hohe Fahrgeschwindigkeit und große Schneidwerksbreiten tragen hierzu bei.

Ein höherer Hülsenansatz ist über die Züchtung bisher nicht erreichbar, weil dieses Zuchtziel nur auf Kosten des Ertrages realisierbar ist. Auch ackerbauliche Maßnahmen, wie höhere Saatstärken oder ein engerer Reihenabstand führen nachweislich zu keinem nennenswert höheren Hülsenansatz. Nur über eine spezielle Erntetechnik, sogenannte Flex Schneidwerke, können die Ernteverluste der zu knapp über den Boden ansetzenden Hülsen weitgehend vermieden werden. Diese Schneidwerke wurden in den Sojaanbaugebieten Amerikas entwickelt und passen sich den Bodenunebenheiten an.

Ein im vorderen Bereich flexibler Schneidwerksboden gleitet zusammen mit einem beweglichen Messerbalken auf segmentierten Kunststoffkufen über den Boden. Unebenheiten werden durch das flexible Schneidwerk ausgeglichen und ermöglichen eine Beerntung der Sojabohne mit etwa 2,5 cm Schnitthöhe. Bei ausreichender Auslastung sind die Mehrkosten so gering, dass der Einsatz eines Flex Schneidwerkes wirtschaftlich ist.



Abbildung 35: Geernteter Sojabohnenbestand (links) und Flex Schneidwerk (rechts). [Quelle: LK OÖ, 2018 (links), Werksfoto John Deere (rechts)]

2.11 Sojabohne im Biolandbau

Sojabohnen leisten als Körnerleguminose mit ihrer Fähigkeit zur Bindung von Luftstickstoff einen wichtigen Beitrag zur Versorgung der Fruchtfolge mit Stickstoff im ökologischen Pflanzenbau. Insgesamt sind für den ökologischen Landbau Sojabohnen mit ihrer positiven N-Vorfruchtwirkung einerseits im Pflanzenbau eine hochinteressante Kultur und andererseits in der Tierernährung – insbesondere für Schweine und Geflügel bei guter Aufbereitung – eine hochwertige Futterkomponente.

Beim Verkauf sind Sojabohnen begehrte Früchte, da sie qualitativ hochwertiges Eiweiß liefern. In der ökologischen Tierhaltung besteht ein hoher zusätzlicher Bedarf an eiweißreichen, heimischen Futtermitteln. Die EU-Öko-Verordnung schreibt 100 % Futtermittel aus ökologischem Anbau vor. Wenn eine ausschließliche Versorgung mit ökologischen Futtermitteln, auch durch Zukauf, nicht möglich ist, sind konventionelle Eiweißfuttermittel weiterhin (bis 31. Dezember 2020) (mit max. 5 % im Jahresdurchschnitt bzw. der Lebenszeit bei kürzerem Lebensalter) erlaubt. Die Verwendung ist auf die Fütterung von Ferkeln bis 35 kg und Junggeflügel mit bestimmten Eiweißverbindungen beschränkt.

Soja könnte wegen seines hohen Gehalts an essentiellen Aminosäuren die Eiweißlücke insbesondere bei der Fütterung der Schweine und Geflügel reduzieren. Das Problem hierbei ist die bislang nicht ausreichende Verfügbarkeit von regional erzeugten, nicht gentechnisch veränderten Sojabohnen.

Da derzeit im ökologischen Landbau nur Sojapresskuchen verfügbar ist, muss bei der Rationszusammenstellung der erhöhte Fettgehalt berücksichtigt werden.

Biologisch produzierte Sojabohnen haben in den letzten zehn Jahren einen enormen Flächenzuwachs erfahren. In Bayern lag 2018 der Anteil biologisch produzierter Sojabohnen mit 2 150 ha (Quelle: InVeKoS) bei etwa 17 % der Gesamtsojaanbaufläche.



Abbildung 36: Sojapflanzen [Quelle: LK OÖ, 2018]

Anbau nicht zu früh

Heutzutage wird Bio-Soja – tendenziell etwas später als im konventionellen Bereich – ab der letzten Aprildekade angebaut, sodass der ersten Beikrautwelle ausgewichen wird. Sehr häufig erfolgt wenige Tage nach dem Anbau das erste Striegeln, das sogenannte Blindstriegeln, welches einen sehr guten Effekt hat. Zeitlich exakt gesetzte weitere Striegeleinätze halten die Beikräuter in Schach. Je nach Wachstumsstadium folgt danach der Einsatz von Hackgeräten. Hier gab es durch die Entwicklung der Fingerhacke sowie GPS-unterstützter Geräteführung einen deutlichen Qualitätssprung. Bei den mittlerweile erfahrenen Sojalandwirten sieht man auch gegen Ende der Vegetation kaum noch Unkrautung in den Beständen. Der Kornertrag und damit die Wirtschaftlichkeit hängen

beim Anbau von Soja insbesondere von einer erfolgreichen Beikrautregulierung ab. Gelingt diese nicht, ist mit deutlichen Mindererträgen bis hin zu Totalverlusten zu rechnen. Bei Sojabohnen ist im Vergleich zu Ackerbohnen und Erbsen von einem Mehraufwand für die mechanische Beikrautregulierung auszugehen. Empfehlenswert sind weite Reihenabstände mit der Möglichkeit zu hacken. Ferner hat sich eine Kombination von Hacke und Striegel oder Hacke und Zusatzwerkzeugen wie Flachhäufler bewährt.

Sojabohnen sollten nur auf Schlägen mit geringem Beikrautdruck angebaut werden. Geeignete Vorfrüchte sind z.B. Wintergetreide.

Die **Erfassung** der Bohnen kann über die Marktgesellschaften der Öko-Verbände oder die Futtermittelhersteller erfolgen. Sowohl Erzeugergemeinschaften, die Öko-Sojabohnen weitervermarkten, als auch Hersteller von Öko-Futtermittel müssen daher einen Kontrollvertrag mit einer Öko-Kontrollstelle abgeschlossen haben.

Die **Aufbereitung** erfolgt hydrothermisch, zum Teil mit anschließender Druckbehandlung. Ziel der Aufbereitung ist eine möglichst geringe Eiweißschädigung bei einer möglichst vollständigen Deaktivierung der antinutritiven Substanzen sowie eine Reduzierung des Fettgehaltes. Mehrere Öko-Futtermittelhersteller setzen bereits entsprechende Aufbereitungsanlagen ein.

2.12 Wirtschaftlichkeit

Deckungsbeitrag

Auf geeigneten Standorten lassen sich im Mittel der Jahre mit Sojabohnen ähnlich hohe Deckungsbeiträge erzielen, wie mit anderen wettbewerbsstarken Marktfrüchten (Abbildung 37). Für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich mit Körnermais gilt im Mittel der Jahre: mit einem Sojaertrag von 30 dt/ha lässt sich der gleiche Deckungsbeitrag erzielen wie mit einem Körnermaisertrag in Höhe von 98 dt/ha. 35 dt/ha Soja entsprechen im Ergebnis einem Körnermaisertrag von 115 dt/ha.

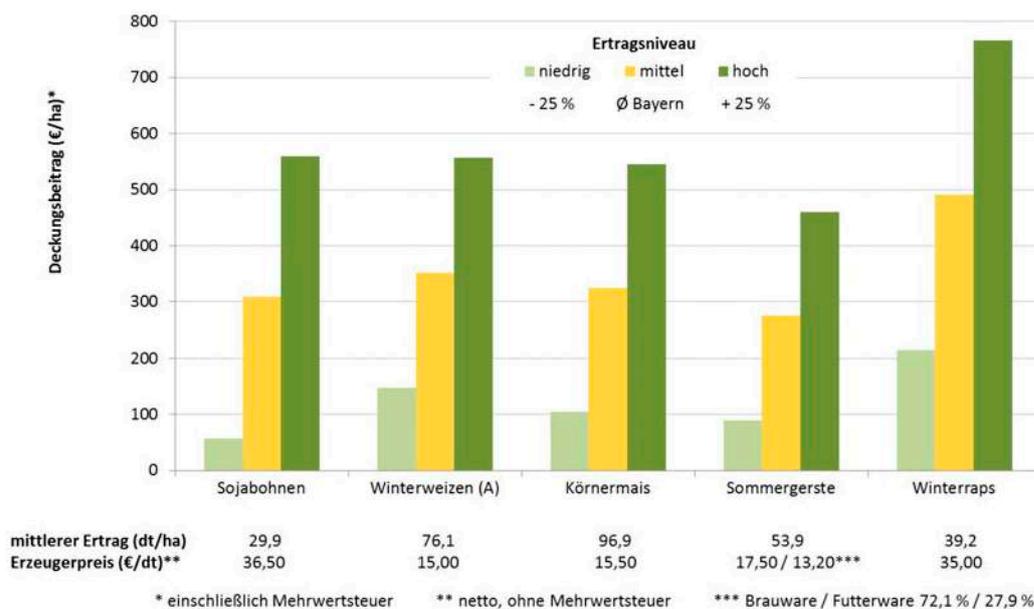


Abbildung 37: Deckungsbeiträge von Sojabohnen und weiteren Druschfrüchten im dreijährigen Mittel (2015–2017) [Quelle: R. Schätzl (LfL) auf Grundlage des LfL-Deckungsbeitragsrechners]

Ein Beispiel für die Ermittlung des Deckungsbeitrags von Sojabohnen zeigt Tabelle 4. Auf der Leistungsseite ist neben der Marktleistung auch ein Teil des aus der Luft gebundenen Stickstoffs berücksichtigt. Dieser verbleibt nach der Ernte im Boden und kann von nachfolgenden Früchten genutzt werden.

Die größte Kostenposition stellt das Saatgut dar. Kosten für Dünger sind nach der Menge der mit der Ernte abgefahrenen Nährstoffe Phosphat und Kali kalkuliert, auch wenn diese Nährstoffe unter Umständen im Rahmen der Fruchtfolge zu einer anderen Frucht gedüngt werden. Eine chemische Unkrautbekämpfung mit Herbiziden wird in der Regel jedes Jahr erforderlich, während Insektizide (z.B. gegen den Distelfalter) nur etwa alle 13 Jahre gebraucht werden. Dementsprechend sind Insektizide nur anteilig berücksichtigt. Für die Kalkulation der variablen Maschinenkosten ist angenommen, dass alle Arbeitsgänge mit Ausnahme des Drusches mit eigenen Maschinen erledigt werden. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass in jedem zweiten Jahr eine Trocknung des Ernteguts erforderlich wird.

Tabelle 4: Ermittlung des Deckungsbeitrags von Sojabohnen in konventioneller Erzeugung für das Jahr 2017 (einschließlich Ust.)

Leistungs-/Kostenposition	Berechnung	€/ha
Marktleistung	34,8 dt/ha * 42,07 €/dt =	1.464
N-Lieferung an nachfolgende Früchte	31,3 kg N/ha * 0,99 €/kg	31
Summe Leistungen		1.495
Saatgut (einschließlich Impfung)	131 kg/ha * 2,32 €/kg =	304
Dünger (nach Nährstoffabfuhr)	52 kg P ₂ O ₅ * 0,89 €/kg + 59 kg K ₂ O * 0,78 €/kg =	92
Pflanzenschutz	Herbizide 125 €/ha + Insektizide 2 €/ha =	127
Variable Maschinenkosten eigen		125
Maschinenring/Lohnunternehmer	Mähdrusch	150
Reinigung	34,8 dt/ha * 1,31 €/dt =	46
Trocknung	50 % * 34,8 dt/ha * 4,71 €/dt =	86
Hagelversicherung		41
Summe variable Kosten		971
Deckungsbeitrag	Leistungen – variable Kosten	524

Quelle: L. Wolf (LfL) auf Grundlage des LfL-Deckungsbeitragsrechners

Da sich die relative Vorzüglichkeit des Sojaanbaus von Standort zu Standort stark unterscheiden kann, sollten Erfolgs- und Planungsrechnungen individuell durchgeführt werden. Möglich ist dies auf der Internetseite der LfL: deckungsbeitrag.bayern.de.

Vorfruchtwert

Ein Vorfruchtwert von Sojabohnen ergibt sich durch positive Wirkungen auf das Ergebnis nachfolgender Früchte. Der Vorfruchtwert ist immer relativ, das heißt die Sojabohne muss in ihrer Vorfruchtwirkung einer anderen Kultur gegenübergestellt werden. Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass Getreide nach Soja bessere Ergebnisse erzielt als nach einer Getreidevorfrucht. Neben höheren Erträgen sind Einsparungen bei Stickstoffdünger, Pflanzenschutzmitteln und variablen Maschinenkosten zu erwarten. Eine Berechnung des Vorfruchtwertes von Sojabohnen zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Ermittlung des Vorfruchtwertes von Sojabohnen im Vergleich zu Getreide bei nachfolgendem Winterweizen. (Preis- und Kostenverhältnisse 2013–2017, einschließlich Ust.)

Positiver Effekt	Berechnung	€/ha
Höhere Erträge	6 dt/ha * 17,40 €/dt =	104
Einsparungen		
Stickstoffdünger	in DB Sojabohne bereits berücksichtigt	
Fungizide und Herbizide	Geschätzt	20
Variable Maschinenkosten (Grubber statt Pflug)	52,59 €/ha – (2 * 16,16 €/ha) =	20
Summe		144

Quelle: L. Wolf (LfL) auf Grundlage des LfL-Deckungsbeitragsrechners

3 Verwertung

Qualitätsanforderungen:

- Frei von GVO!
- Standard-Wassergehalt: 14 % (D), 11 % (CH), 13 % (A), 14 % (F).
In der Praxis werden in Deutschland, je nach Erfasser, Wassergehalte zwischen 12 und 14 % akzeptiert.

Weitergehende Anforderungen der Soja-Lebensmittelverarbeiter:

- Rohproteingehalt in der Trockensubstanz: 42 % bis 45 % bei Eiweißlöslichkeit von über 90 % (Tofuhersteller) bzw. 40 % (Verarbeiter Sojavollfettmehl)
- Anforderungen an Reinheit, Bohnenfarbe und Steinfreiheit je nach Verwendungszweck bzw. Verarbeiter.

3.1 Lebensmittelproduktion

In der Lebensmittelproduktion wird bei den Sojabohnen auf bestimmte Kriterien Wert gelegt. Deshalb ist der Sojabohnenanbau meist vertraglich geregelt. Hersteller bevorzugen bestimmte Soja-Sorten die gut schmecken. In der Tofuherstellung wird auf eine bestimmte Struktur geachtet, um eine möglichst hohe Ausbeute zu erzielen. Die Verarbeitung zu Tofu findet vor allem im Bio-Bereich statt.

Weitere Sojaprodukte sind z.B. Sojadrinks oder Sojaöl. Sojagetränke sind für Menschen, die eine Milch-Laktose-Intoleranz haben, verträglich. Sojaöl ist cholesterinfrei, hat einen sehr hohen Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren (50 % Linolsäure, 5–12 % Linolensäure) und ist somit eines der wertvollsten Speiseöle.

Um einwandfreie Lebensmittel aus Soja herstellen zu können, müssen bestimmte Vorgaben der Lebensmittelindustrie bezüglich Einlagerung, Trocknung und Sauberkeit der Sojabohnen exakt eingehalten werden.

Weitere Informationen zur Verarbeitung von Sojabohnen zu Lebensmittel:

- [Taifun-Tofu GmbH](#)
 - [Deutscher Sojaförderring - Verarbeitung zu Lebensmittel](#)
-

3.2 Futtermittelproduktion

Futterwert

Sojabohnen enthalten in der Regel ca. 18 bis 20 % Öl (Fett) sowie rund 40 % Eiweiß und sind daher ein hochwertiges Futtermittel. Das Eiweiß der Sojabohnen hat aufgrund des hohen Gehalts an essentiellen Aminosäuren eine hohe biologische Wertigkeit.

In der Schweine- und Geflügelfütterung ist eine Verfütterung roher Sojabohnen aufgrund der eingeschränkten Eiweißverfügbarkeit durch das Vorhandensein von Trypsininhibitoren (Verschlechterung der Aminosäureverdauung) jedoch nicht sinnvoll. Soja muss deshalb zur Inaktivierung der Trypsininhibitoren wärmebehandelt werden, z.B. durch Toasten oder Extrusion/Expansion. Dadurch wird eine bessere Verdaulichkeit und Verwertbarkeit des Proteins/der Aminosäuren erreicht und die Schmackhaftigkeit erhöht. Auch in der Züchtung gibt es Bemühungen, den Gehalt an diesen Hemmstoffen zu reduzieren.

In der Rinderfütterung können auch ungetoastete (rohe) Sojabohnen verfüttert werden. Ab einem Alter von 4 Monaten sind Wiederkäuer in der Lage, das Eiweiß in der Sojabohne aufzuschließen. Bei der Verfütterung sind der gegenüber Sojaextraktionsschrot erhöhte Fettgehalt sowie ein in der Regel etwas geringerer Eiweißgehalt zu beachten (siehe Tabelle 6). Deshalb ist eine Begrenzung auf 50 % des Eiweißträgers in der Ration zu beachten. Auch in der Schweinefütterung sind vor allem die hohen Fettgehalte von vollfetten Sojabohnen zu berücksichtigen. Diese führen zu sehr hohen Energiegehalten in der Ration, wodurch sich die Speckqualität von Mastschweinen verschlechtern kann. Bei Geflügel sind die hohen Fettgehalte von Vorteil.

Tabelle 6: Wertgebende Inhaltsstoffe der Sojafuttermittel

Gehalte in Frischmasse	Trockenmasse g/kg	Rohprotein g/kg	Rohfett g/kg	Rohfaser g/kg	ME Schwein MJ ME/kg	ME Rind MJ ME/kg
Sojabohnen (getoastet/roh)	935	374	190	58	16,7	14,9
Sojaextraktionsschrot 42 %	880	420	15	80	12,5	11,9
Sojaextraktionsschrot 48 %	880	480	12	35	14,1	12,3
Sojakuchen 8 % Rohfett	890	400	81	58	13,8	12,5

Quelle: Gruber Futterwerttabelle (2018)

Aufbereitung und Lagerung

In dezentralen kleineren Aufbereitungsanlagen können Sojabohnen thermisch, hydrothermisch oder druckthermisch (Expander) aufbereitet werden. Die Produkte der dezentralen Aufbereitungsanlagen sind getoastete/expandierende Vollfettbohnen oder getoasteter/expandierter Sojakuchen (nach zusätzlicher mechanischer Pressung). Die Herstellung von Sojaextraktionsschrot ist nur in großtechnischen Anlagen möglich, in denen ein Ölentzug mit dem Lösungsmittel Hexan und einer anschließenden Toastung erfolgt. Sojaextraktionsschrot ist in der ökologischen Tierfütterung nicht zugelassen.

Bei der Aufbereitung der Sojabohnen für die Schweine- und Geflügelfütterung ist zum einen eine Unterbehandlung (kein ausreichender Abbau des Trypsininhibitors), zum anderen eine Überbehandlung, mit der Folge einer Hitzeschädigung des Proteins, auszuschließen.

Die Untersuchungsmethoden zur Überprüfung der Aufbereitungsqualität mit Orientierungswerten sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Untersuchungsmethoden und Orientierungswerte zur Überprüfung der Aufbereitung

Messung von Überbehandlung (Hitzeschädigung)	Messung von Unterbehandlung
<p>Als Indikator für die Proteinschädigung wird die Eiweißlöslichkeit herangezogen, die entweder als Proteinlöslichkeit in Wasser (PDI – Protein Dispersibility Index) oder als Proteinlöslichkeit in Kalilauge (KOH) ausgedrückt wird.</p> <p>Eiweißlöslichkeit in Wasser (PDI):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohbohne: 80 – 90 % - Zielwert aufbereitet: 15 – 30 % - Überhitzungsschäden: < 15 % <p>Eiweißlöslichkeit in Kalilauge (KOH):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohbohne: > 90 % - Zielwert aufbereitet: 78 – 85 % - Überhitzungsschäden: < 72 % 	<p>Trypsininhibitoraktivität Messung des Gehalts an aktivem Trypsininhibitor (TIA):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohbohne: 40–140 mg/g - Zielwert nach Aufbereitung: < 4 mg/g <p>Ureaseaktivität Indirekte Messung des Trypsininhibitors durch die Bestimmung der Restaktivität des Enzyms Urease</p> <p>Methode zu ungenau wird nicht empfohlen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohbohne: > 0,5 g N/min - Zielwert nach Aufbereitung: < 0,4 g N/min

Quelle: LfL-Merkblatt Sojaaufbereitung (2016)

Hinweise zur konventionellen und ökologischen Fütterung erhalten Sie unter:

Informationen zum Sojaeinsatz in der **Rinderfütterung**

- Eiweißfuttermittel in der Rinderfütterung (LfL-Information)
- Futtermittel Rind

Informationen zum Sojaeinsatz in der **Schweinefütterung**

- Schweinefütterung mit heimischen Eiweißfuttermitteln (LfL-Information)
- Fütterungsfibel (LfL-Information)

Weitere Fütterungsinformationen:

- Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
- Geflügelfütterung (Arbeitsschwerpunkt Eiweiß)

Weitere Informationen:

- Eiweißstrategie – Bayerische Eiweißinitiative
- Deutscher Sojaförderring

4 Lagerung und Vermarktung

Lagerung

Vor der Einlagerung sollten die Sojabohnen möglichst schonend (unter 40°C) auf unter 13 %, bei mittlerer Lagerdauer auf einen Wassergehalt von weniger als 12 % getrocknet werden. Für eine sichere Langzeitlagerung werden sogar 9 % empfohlen. Getoastete Sojabohnen sind bei sachgerechter Lagerung ca. 8 bis 10 Monate lagerfähig.

Sojafuttermittel weisen teilweise hohe Fettgehalte auf. Es besteht deshalb während der Lagerung die Gefahr des Fettverderbes (Fett wird ranzig). Getoastete Sojabohnen sollten vorgeschrotet maximal drei Monate gelagert werden, da sonst damit gerechnet werden muss, dass die geschroteten Bohnen ranzig werden. Expandierter Sojakuchen und ungetoastete Sojabohnen, die geschrotet wurden, können sechs bis sieben Monate gelagert werden, getoastete und unbehandelte ganze Sojabohnen mit geringen Abstrichen an die Fettqualität 12 bis 14 Monate. Je höher der Aufbereitungsgrad, desto höher ist die Gefahr des Fettverderbs.

Vermarktungschancen

In Bayern und Baden-Württemberg werden von Handel und Genossenschaften Anbauverträge für Futtersoja angeboten. Ein geringer Anteil wird auch im Lebensmittelbereich verarbeitet.

In Bayern gibt es darüber hinaus auch einen Markt für konventionelle und ökologische Ware aus regionalem Anbau (z.B. Unser Land). Öko-Soja für Lebensmittel (Tofuhersteller) und die Fütterung ist von verschiedenen Lebensmittelfirmen und den Marktgesellschaften der Ökoverbände sehr gesucht. Wegen der spezifischen Anforderungen empfiehlt sich auch hier der Abschluss von Anbau- und Lieferverträgen. In allen Fällen ist die Verwendung von gentechnisch nicht verändertem Saatgut Pflicht. Vorsicht bei Saatgutimporten aus Übersee!

Im konventionellen Anbau hängen die Preise und damit die Wettbewerbsfähigkeit von Soja als Marktfrucht in stärkerem Maße vom Weltmarktpreis für Sojaprodukte ab als im ökologischen Anbau. Darüber hinaus beeinflussen die Preise für die wichtigsten Konkurrenten in der Fruchtfolge – Körnermais und Weizen – die Wettbewerbsfähigkeit des Sojaanbaus in erheblichem Maße.

Öko-Soja wird in der Tofu-Herstellung und für die Verfütterung, von verschiedenen Lebensmittelfirmen und den Marktgesellschaften der Ökoverbände gesucht.

Literaturverzeichnis

- [1] Dr. Dorđević V., Dr. Malidža G., Dr. Vidić M., Milovac Z., Dr. Šeremešić S. (2019) *Best Practice Manual. For Soya bean cultivation in the Danube region. Donau Soja* (Hrsg.). Wien.
- [2] *Durchführungsverordnung (EU) 2018/1584 der Kommission vom 22. Oktober 2018 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1584>.*
- [3] Gehring K., Thyssen S. (LfL) (2019) *In Sojabohnen genehmigte und zugelassene Herbizide* (Stand: 2019). Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/030191/index.php>.
- [4] Gehring K., Thyssen S. (LfL) nach BVL Datenbank (2019) *In Deutschland in Sojabohnen zugelassene oder genehmigte Herbizide* (Stand März 2019). Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/030191/index.php>.
- [5] Gehring K., Thyssen S. (LfL) (2019) *Empfehlungen für den Herbizid-Einsatz in Soja* (Stand: 2019). Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/030191/index.php>.
- [6] *Landwirtschaftskammer Oberösterreich (LK OÖ) (2018) Soja – Eine Kulturpflanze mit Geschichte und Zukunft.*
- [7] *LfL (2018) Gruber Tabelle zur Fütterung von Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen (LfL-Information). 43. Auflage. Seite 76. Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040183/index.php>.*
- [8] *LfL (2018) Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland (LfL-Information). 14. Auflage. Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040117/index.php>.*
- [9] *Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur (LfL) (2016) Sojaaufbereitung (LfL-Merkblatt). Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/schwerpunkte/eiweissstrategie/135625/index.php>.*
- [10] *OVID (2018): Import Deutschland – Sojabohnen und Sojaschrote (2007 – 2017). Online verfügbar unter <https://www.ovid-verband.de/positionen-und-fakten/ovid-diagramme/>. Abgerufen am 28.02.2019.*
- [11] *Regierungspräsidium Freiburg (2016) Anbauanleitung für Sojabohnen 2016, S. 5.*
- [12] *United States Department of Agriculture (USDA) - The Foreign Agricultural Service (FAS.)*
- [13] *Wiener Landwirtschaftliche Zeitung (1878) Holzschnitt-Porträt Friedrich Haberland. 2. XI., S. 501-503.*

Bildnachweis:

- [1] *Goran Malidža (Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad) Abbildung:29.*
- [2] *Miloš Vidić (Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad) Abbildung: 28, 30.*

Steckbrief Sojabohne



Standortansprüche

- leicht erwärmbare Böden mit lockerer Struktur
- ausreichende und kontinuierliche Wasserversorgung
- pH-Wert 6,5 bis 7,0



Sortenwahl

- auf frühe Reife, Ertragsleistung und Standfestigkeit achten
- Einteilung in Reifegruppen: „00“ früh, „000“ sehr früh



Produktionstechnik

Fruchtfolge

- hohe Humusanreicherung → als Folgefrucht eignen sich Stickstoffzehrer (z. B. Wintergetreide)

Bodenbearbeitung

- Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung mit wenigen Arbeitsgängen auf nur gut abgetrockneten Böden durchführen
- Boden frühzeitig eibnen, evtl. vorwalzen für ein ebenes Saatbett
- evtl. nach der Saat anwalzen

Saat

- Wegen der relativ hohen Temperaturansprüche, erst ab 10°C Bodentemperatur säen
- Saatzeit: Mitte April bis Anfang Mai
- Saatstärke: 00-Sorten: 55 – 60 keimfähige Körner/m²
000-Sorten: 65 – 70 keimfähige Körner/m²
- Saattiefe: je nach Saatzeit 2 – 5 cm
- Reihenabstand: 12,5 – 50 cm
- Saattechnik: Einzelkornsaat hat sich bewährt



Düngung

- Saatgut muss geimpft werden, damit die Knöllchenbakterien Stickstoff produzieren
- Stickstoff: i.d.R. kein Bedarf
- die Höhe des P-, K- und Mg- Bedarfs wird am Nährstoffzug durch Abfuhr und Nährstoffgehaltsklasse des Bodens bemessen



Pflanzenschutz

Unkraut

- schwache Konkurrenzkraft
- im Voraufbau striegeln
- im Nachaufbau hacken
- Herbizideinsatz

Tierische Schädlinge

- Distelfalter
- Sojazyttenematode
- Schnecken
- Vögel
- Wild

Pilzliche Erreger

- Weißstängeligkeit
- Stängelkrebs
- Samenzersfall
- Falscher Mehltau
- Sojabohnenmosaik-Virus



Ernte

- wenn die Blätter abfallen
- Körner rascheln beim Schütteln
- Mitte Sept. bis Anfang Okt.
- Kornfeuchte 12 bis 16 %



Verwertung

- als Eiweißfuttermittel
- für den menschlichen Verzehr

