

Taifun Sojainfo

Fachinformationen für Sojaerzeuger und -verarbeiter



Nährstoffentzüge durch Soja

Sojapflanzen sind Pflanzen mit sehr guter Nährstoffaneignung und normalerweise ist eine Düngung vor Sojaanbau nicht üblich. Soja hat zwar einen höheren Bedarf an Stickstoff als bspw. Mais, kann aber 50–60% des Bedarfs durch die Fixierung von Luftstickstoff decken (University of Iowa, 2007). In einzelnen Fällen und bestimmten Mangelstandorten kann durch gezielte Düngergaben der Ertrag und die Qualität des Erntegutes erhöht werden.

Nährstoffbedarf

Die Zusammensetzung der Nährelemente innerhalb einer Sojapflanze hängt von der Bodenfruchtbarkeit ab und wird auch vom Verhältnis der Nährstoffe untereinander im Boden beeinflusst. Unter optimalen Bedingungen zeigen aber alle Sojapflanzen eine ähnliche Zusammensetzung, unabhängig vom Standort. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff machen bis zu 90% der Trockenmasse aus, allerdings können auch sie nur angereichert werden, wenn alle andern Haupt- und Spurenelemente in ausreichender Menge verfügbar sind. In absteigender Reihenfolge sind die essentiellen Makronährstoffe insgesamt in der Sojapflanze folgende: Stickstoff, Kalium, Calcium, Magnesium, Phosphor und Schwefel. In Blättern und Stängeln ist die Nährstoffverteilung ähnlich, nur dass hier Magnesium noch vor Phosphor liegt. In den Samen wiederum ist die Reihenfolge

folgende: Stickstoff, Kalium, Phosphor, Schwefel, Calcium und Magnesium (Rao und Reddy, 2010). Bei Soja werden große Mengen der von der Pflanze aufgenommenen Nährelemente entzogen, also mit den Samen vom Feld abgefahren, nämlich ca. 70% N, 75% P und 55% K, bezogen auf die komplette aufgenommene Menge der Nährelemente (Texas Plant & Soil Lab, 2012). Die verbliebenen Nährstoffe werden durch Ernterückstände dem Boden zurückgegeben. Mikronährstoffe sind ebenfalls essentiell für die Sojabohnenernährung, auch wenn sie in viel kleineren Mengen benötigt werden als Makronährstoffe. Hier ist die Reihenfolge mit absteigender Bedeutung für die Sojabohne: Molybdän, Zink, Kupfer, Chlor, Mangan, Bor, Eisen.

Stickstoff wird mengenmäßig am meisten von der Pflanze

benötigt. Er kommt in allen Aminosäuren vor, die wiederum Bausteine für Proteine, Nucleinsäuren und Chlorophyll bilden. Ihren Stickstoffbedarf kann die Sojabohne sowohl durch Stickstoff aus dem Boden als auch aus der Luft durch Symbiose mit dem Bakterium *Bradyrhizobium japonicum* decken. Eine große Menge an Stickstoffdünger beeinflusst die Stickstofffixierung und ist normalerweise nicht angezeigt. Hier greift Stickstoff in Form von Nitrat in den Prozess der N-Fixierung ein, indem sowohl die bakterielle Infektion und Knöllchenbildung also auch die N-Fixierung selber gestört werden, außerdem ist das Knöllchenwachstum verlangsamt (Fujikake et al., 2002). Dies geschieht durch Kohlenhydratabbau in den Knöllchen, verringerte O₂-Diffusion in

die Knöllchen und Hemmung der Rückkopplung durch Produkte des Nitratstoffwechsels (Saito et al., 2014). In mehreren Versuchen wurde sowohl die Effektivität der Bakterienstämme und Impfmittel als auch die Möglichkeit einer nachträglichen Düngung untersucht. Ergebnisse zu diesen Versuchen finden sich hier:

www.sojafoerderring.de/anbauratgeber/aussaat/impfung/

Stickstoffaufnahme, -fixierung und -düngung

Eine sehr ausführliche Zusammenfassung von über 630 veröffentlichten Datensets von Salviagiotti et al. (2008) beschreibt die Zusammenhänge von Stickstoffaufnahme, -fixierung und -düngung sehr anschaulich. Durchschnittlich wurden in allen ausgewerteten Studien 50–60% des Stickstoffbedarfs durch biologische Stickstofffixierung gedeckt. Meistens war die Stickstoffabfuhr durch die Samen höher als die Menge an fixiertem N. Die Stickstoffbilanz (= N-Menge in oberirdischer Biomasse minus N-Menge, die mit der Ernte vom Feld geholt wird) war in 80% der Studien mit einem Mittelwert von -40 kg N/ha deutlich negativ. Wird allerdings die N-Menge in den unterirdischen Pflanzenteile (Wurzeln, Knöllchen, Wurzelexsudate) mit eingerechnet (mit geschätzten 24% des Gesamt-N in der Pflanze (Rochester et al., 1998)), ist die Stickstoffbilanz mit nur noch -4 kg N/ha fast neutral. In gut bewässerten Beständen beträgt die unterirdische Biomasse bspw. nur ca. 15% der oberirdischen (Salviagiotti et al., 2008). Hier ist allerdings auch zu beachten, dass die unterirdische N-Anreicherung sehr stark variiert und von vielen Faktoren abhängt. Außerdem kann die N-Fixierung mit einigen in der Praxis angewandten Methoden optimiert werden, wie der Wahl eines hochwertigen Impfmittels mit hoch effektiven Bakterienstämmen, der Wahl einer ertragreichen Sorte, gutem Bewirtschaftungsmanagement und der ausreichenden Versorgung mit anderen notwendigen Nährstoffen außer N, sodass die Stickstoffbilanz deutlich verbessert wird.

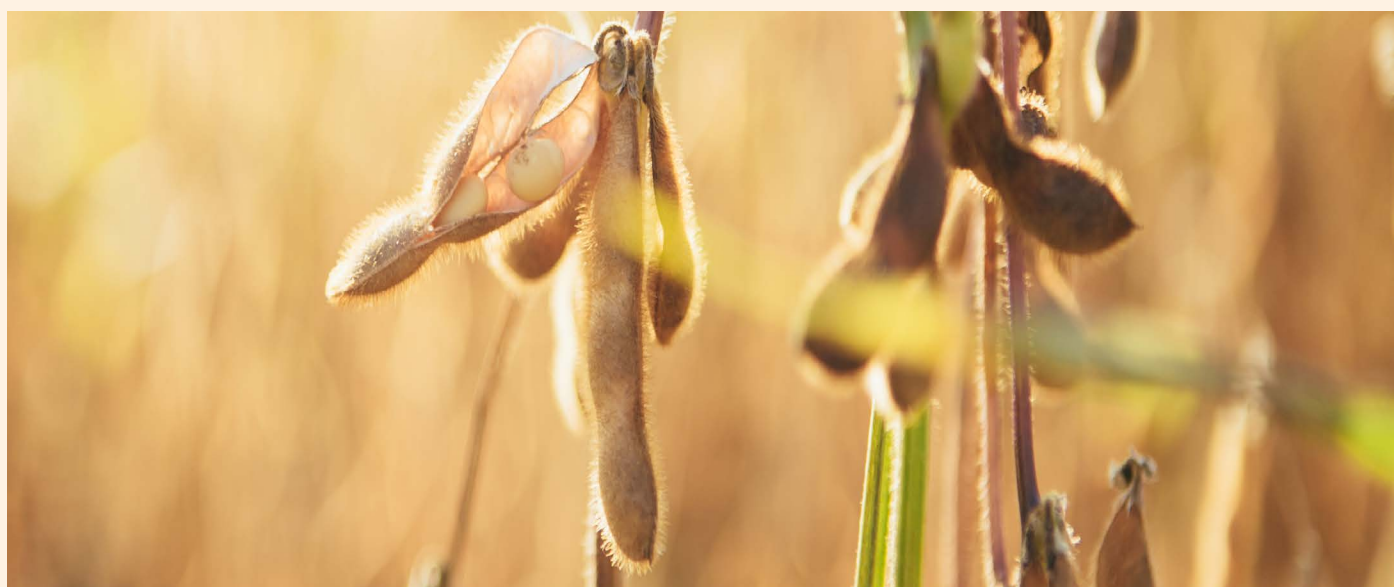


Abbildung 1: Knöllchenbildung im Impfmittelversuch. Taifun, 2017.

Als stickstofffixierende Pflanze ist bei Soja die Nitratauswaschung bei Gehalten von 8 kg/ha NO₃-N in 60–90 cm, 12 kg/ha NO₃-N in 30–60 cm und 16 kg/ha NO₃-N in 0–30 cm gering (Ministerium für Ländlichen Raum, 2016). Den Vergleich zu anderen Kulturen finden Sie in Tabelle 1.

Kultur	n	Fläche [ha]	Mittelwert NO ₃ -N [kg/ha]		
			0–30 cm	30–60 cm	60–90 cm
<i>Sojabohnen</i>	110	217	16	12	8
Ackerbohne/Puffbohne/Pferdebohne/Dicke Bohne	60	112	37	26	13
Erbsen zur Körnergewinnung	136	306	37	28	17
Kleegras, Luzerne-Gras-Gemenge	166	328	11	5	3
Silomais	2195	5218	26	15	10
Körnermais/CCM	978	1797	20	15	10
Winterweichweizen	3794	8118	26	19	9
Wintergerste	1683	3806	23	16	9
Sommergerste	1332	2785	31	21	11
Winterraps	1448	3428	37	25	12

Tabelle 1: Nitratauswaschung bei verschiedenen Kulturen (Ministerium für Ländlichen Raum, 2016)



Um einschätzen zu können, welche Menge an Nährstoffen eine Pflanze braucht, um ein bestimmtes Ertragsziel erreichen zu können, ist der wichtigste Faktor der Nährstoffentzug durch die Abfuhr von Haupt- (Korn) und Nebenfrucht (Stroh). Um den Nährstoffentzug zu berechnen, sollten

langjährige Ertragsdurchschnitte eines Standortes hinzugezogen werden und keine einmaligen hohen Erträge. Da die Nährstoffentzüge von Sorten, Erträgen, Standorten und deren Bodeneigenschaften, etc. abhängig sind, schwanken auch oft die in der Literatur angegebenen Werte.

In den *Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland* (LTZ Augustenberg, 2011) sind folgende Werte (Tab. 2) für Soja nach Versuchsergebnissen aus Baden-Württemberg, Bayern und Sachsen angegeben:

Ernteprodukte	Nährstoffgehalte [kg/dt]			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Sojabohne				
Korn	5,8	1,62	1,94	0,3
Stroh (bezogen auf Einheit Erntegut)	1,5	0,38	1,56	0,64
Korn + Stroh	7,3	2,0	3,5	0,94

Tabelle 2: Nährstoffentzüge durch Soja (LTZ, 2011)

Durch die sehr eiweißreichen Körner nimmt die Sojabohne mehr Stickstoff vom Feld als andere Körnerleguminosen (s. Tab. 3), womit auch der Vorfruchtwert etwas geringer als bei anderen Körnerleguminosen.

Ernteprodukte	Nährstoffgehalte [kg/dt]			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Körnererbse (26% RP i.d. TM)				
Korn	3,6	1,1	1,44	0,2
Stroh (bezogen auf Einheit Erntegut)	1,5	0,3	2,60	0,5
Korn + Stroh	5,1	1,4	4,5	0,7
Ackerbohne (30% RP i.d. TM)				
Korn	4,1	1,2	1,4	0,2
Stroh (bezogen auf Einheit Erntegut)	1,5	0,3	2,6	0,4
Korn + Stroh	5,6	1,5	4	0,6

Tabelle 3: Nährstoffentzüge durch Körnererbse und Ackerbohne (TLL, 2010)

In der US-amerikanischen Literatur finden sich für die Sojabohne folgende (umgerechnete) Werte (kg/dt) (Iowa State University, 2007):

Ernteprodukte	Nährstoffgehalte [kg/dt]			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Korn	7,0	1,53	2,54	0,61
Stroh (bezogen auf Einheit Erntegut)	2,17	0,54	1,53	0,61
Korn + Stroh	9,17	2,07	4,07	1,22

Tabelle 4: Nährstoffentzüge durch Soja in der amerikanischen Literatur (Iowa State University, 2007)

In vielen Untersuchungen (v.a. aus den USA) wird allerdings berichtet, dass bei Maisanbau nach Soja mehr Stickstoff verfügbar ist als bei reiner Maismonokultur. Dies ist aber kein eigentlicher Stickstoff-„Gewinn“, sondern lässt sich auf die Mineralisierung des Stickstoffs in den Ernterückständen und die verbesserte Mineralisierung organi-

scher Substanz im Boden zurückführen, da die Ernterückstände bei Soja ein geringeres C/N-Verhältnis haben als die von Mais. Teilweise können 30–50 N kg/ha eingespart werden. Außerdem hinterlässt Soja durch die kräftigen Wurzeln und eine gut verarbeitbare Streu eine sehr gute Bodenstruktur.

Auch der Zeitpunkt des höchsten Nährstoffbedarfs ist für das volle Ausschöpfen des Ertragspotentials entscheidend. In Tabelle 5 wird ersichtlich, dass 2/3 der Nährstoffe nach der Blüte aufgenommen werden. Zur Kornfüllung ist die Phase, in der die Sojapflanze den höchsten Nährstoffbedarf hat. Im weiteren Verlauf werden auch Nährstoffe aus älteren Pflanzenteilen verlagert, um das Samenwachstum zu unterstützen.

Entwicklungsstadium	N [%]	P ₂ O ₅ [%]	K ₂ O [%]
Auflauf bis Blüte	30	30	33
Blüte bis Hülsenbildung	25	25	34
Hülsenbildung bis Reife	45	45	33

Tabelle 5: Nährstoffanreicherung während verschiedener Entwicklungsstadien (Potash and Phosphate Institute, 1998)

Quellen

Fujikake H., Yashima, H., Sato, T., Ohtake, N., Sueyoshi, K. und T.Ohyama, 2002.
Rapid and Reversible Nitrate Inhibition of Nodule Growth and N₂ Fixation Activity in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Soil Science and Plant Nutrition* 48 (2), 211-217

Iowa State University, 2007.
Soybean Nutrient Requirements,
http://crops.extension.iastate.edu/soybean/production_soilfert.html

LTZ Augustenberg, 2011.
Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland in Baden-Württemberg, S. 84.

LTZ Augustenberg, 2010.
Merkblätter für die Umweltgerechte Landbewirtschaftung Nr. 26, Humusbilanzierung.

H. Marschner, 1995.
Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego, CA, USA.

Ministerium für Ländlichen Raum, 2016.
SchALVO Nitratbericht Ergebnisse der Beprobung 2015, S. T25.

Rao, A. S. und S. Reddy, 2010.
Nutrient Management in Soybean in:
The Soybean (ed. G. Singh),
CAB International, 161-190.

Rochester, J. J., People, M. B., Constable, G. A. und R. R. Gault, 1998.
Faba beans and other legumes add nitrogen to irrigated cotton cropping systems.
Australian Journal of Experimental Agriculture 38, 253-260.

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2008.
Fruchtfolgegrundsätze im ökologischen Landbau.
http://orgprints.org/15100/1/Fruchtfolge_Internet.pdf

Saito, A., Tanabata, S., Tanabata, T., Tajima, S., Ueno, M., Ishikawa, S., Ohtake, N., Sueyoshi, K. und T. Ohyama, 2014.
Effect of Nitrate on Nodule and Root Growth of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *International Journal of Molecular Sciences*, 15, 4464-4480.

Salviaggiotti, F., Cassman, K. G., Specht, J. E., Walters, D. T., Weiss, A. und A. Dobermann, 2008.
Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research* 108 (1), 1-13.

Texas Plant & Soil Lab, 2012.
Soybean – Plant nutrition and sampling.

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2010.
Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Ackerbohnen und Körnererbsen

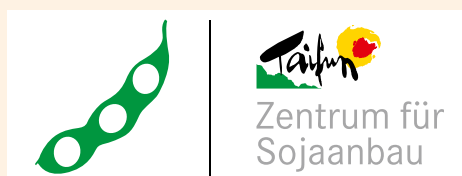
W. Vogt-Kaute, 2011.
Die Sojabohne – eine Körnerleguminose mit Zukunft?! (Teil 2).

Weitere Taifun Sojainfos und umfassende Informationen zu allen Themen des Sojaanbaus finden Sie auf:

www.sojafoerderring.de

Impressum

Autorin: Kristina Bachteler
Redaktionelle Mitarbeit: Martin Miersch
Herausgeber: Taifun-Tofu GmbH
Bebelstraße 8 | 79108 Freiburg | Tel. 0761 152 10 13
soja@taifun-tofu.de



Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages