

Taifun Sojainfo

Fachinformationen für Sojaerzeuger und -verarbeiter

Landwirtschaftliches Zentrum
für Sojaanbau und Entwicklung

Blattanalyse bei Sojabohnen

Düngeempfehlungen basieren normalerweise auf den Ergebnissen von Bodenuntersuchungen, um die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu erhalten. Oft ist eine zusätzliche Blattanalyse während der Vegetationsperiode sinnvoll, um kurzfristig auftretende Mangelerscheinungen mittels Blattdüngung schnell beheben zu können. Außerdem können auftretende Symptome richtig zugeordnet und in Kombination mit Bodenuntersuchungen Ertrags-einbußen durch Nährstoffmangel langfristig vorgebeugt werden. Falls die Bodenprobenergebnisse keinen Mangel anzeigen, die Pflanze aber laut Blattanalyse Mangel leidet, wird die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden in die Pflanze behindert. Gründe hierfür können sein: Bodenverdichtungen, Trockenheit, pH-Wert des Bodens oder auch Staunässe.

Probennahme & Versand

Entscheidend für die Bewertung der Ergebnisse ist die Probennahme. Bei Sojabohnen wird das oberste vollentwickelte „Dreiblatt“ zur Zeit der Blüte entnommen (Abb. 1). Zu diesem Zeitpunkt ist die Wachstumsrate auf dem Höhepunkt und das Wurzelsystem am weitesten verzweigt, aber die Nährstoffumlagerung von den Blättern in die Samen hat noch nicht begonnen. Die Blätter werden ohne Blattstiel in einer Papiertüte gesammelt oder in Zeitungspapier eingeschlagen.

Ein Video zur Probennahme findet sich hier ([Link](#))

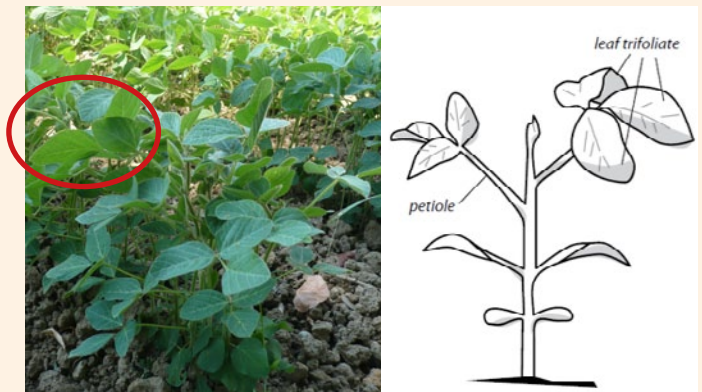


Abbildung 1: Oberstes vollentwickeltes Dreierblatt für die Blattanalyse. Quelle: Taifun 2013 (links), Schwab et al. 2007 (rechts).

Es sollten mindestens von 25 Pflanzen Blätter gesammelt werden, gleichmäßig verteilt über die zu beprobende Fläche. Sollte ein Teil einer Fläche durch Mangelsymptome auffallen, muss dieser separat beprobt werden und zum Vergleich eine Probe der gesund aussehenden Pflanzen genommen werden. Bei der Probennahme muss unbedingt darauf geachtet werden, dass das Pflanzenmaterial sauber (kein Boden oder sonstiger Schmutz) ist und nicht vorher ein Blattdünger appliziert wurde.

Zum Versand ist ein Protokoll auszufüllen, das den Proben beigelegt wird. Darauf werden Schlagbezeichnung, Probennahmedatum, Kulturart sowie die zu untersuchenden Nährstoffe angegeben

Die gesammelten Blätter werden direkt per Express über Nacht ins Labor gesandt - z. B. mit DHL Express vor 10:00 Uhr für ca. 30,00 €. Diesen Service gibt es im örtlichen Postamt, es muss nur die spätmöglichste Abgabezeit erfragt werden, damit das Päckchen am nächsten Tag auch ankommt.

Analyse der Nährelemente

Im Labor werden die Proben vor der Analyse gewaschen und getrocknet. Danach werden die Proben gemahlen und mittels Mikrowellen-Durchaufschluss aufgeschlossen. Kationen werden mit ICP-OES analysiert, Stickstoff erfolgt direkt aus der vermahlenden Probe nach dem DUMAS-Verfahren. Die Kosten für eine Analyse betragen ca. 60,00 €.

Interpretation der Ergebnisse

Die Angaben von drei verschiedenen Autoren zum optimalen Bereich der Nährstoffversorgung (vgl. Tab. 1) stimmen recht gut überein.

Liegen die ermittelten Werte unterhalb des Optimumbereichs, ist es wichtig, festzustellen, ob wirklich ein Nährstoffmangel im Boden vorliegt oder ob andere Faktoren (z. B. pH-Wert des Bodens, Bodenverdichtungen, Stau-nässe, Trockenheit, Krankheiten, Schädlinge, etc.) dafür verantwortlich sind, dass der Nährstoff von der Pflanze nicht aufgenommen werden kann.

Nährstoff in TM	Nach Bergmann (Institut für Agrar- und Umweltanalytik)	Nach Keith Reid, Horst Bohner (www.omafra.gov.on.ca)	Nach Nathan Mueller (https://igrow.org/)
Stickstoff [%]	4,5 – 5,5	4,0 – 6,0	4,0 – 6,0
Phosphor [%]	0,35 – 0,6	0,35 – 0,5	0,35 – 0,55
Kalium [%]	2,5 – 3,7	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0
Calcium [%]	0,6 – 1,5	k. A. - 3,0	0,6 – 1,5
Magnesium [%]	0,3 – 0,7	0,1 – 1,0	0,3 – 0,7
Schwefel [%]	0,40 – 0,75	k. A.	0,25 – 0,50
Bor [ppm]	25 – 60	20 – 55	25 – 60
Kupfer [ppm]	10 – 20	4 – 30	6 – 20
Mangan [ppm]	30 – 100	14 – 100	30 – 100
Molybdän [ppm]	0,5 – 1	0,5 – 5	1,0 – 5,0
Zink [ppm]	25 – 60	12 – 80	25 – 60
Cobalt [ppm]	0,01 – 0,4	k. A.	k. A.

Tabelle 1: Optimumbereich der Nährstoffe in Sojablättern (TS) zur Blüte nach verschiedenen Autoren

Werte oberhalb des Optimums bedeuten nicht unbedingt eine toxische Wirkung. Oft treten sie auf, wenn ein anderer Nährstoff als Antagonist defizitär ist. Bei niedrigem pH-Wert im Boden kann Mangan-Toxizität bei Soja auftreten (Yang et al., 2009). In diesem Fall muss der pH-Wert im Boden angehoben werden.

Ausführliche Beschreibungen von Mangelsymptomen mit Fotos sind hier zu finden:

University of Nebraska–Lincoln, Schlüssel zur Bestimmung von Mangelsymptomen bei Soja: [Link](#)

Mississippi State University, Diagnose von Nährelementmangel bei Sojabohnen in Mississippi: [Link](#)

Werden andere Nährstofftabellen als die des untersuchenden Labores als Referenz verwendet, ist es wichtig, auf den Zeitpunkt der Probennahme sowie die Untersuchungsmethoden zu achten. Teilweise können die optimalen Bereiche leicht variieren, es sollte aber bei gleichem Probennahmetermin keine grundlegenden Abweichungen geben.

Erfahrungen aus der Praxis

Bei vier Bio-Betrieben auf 12 Flächen wurden im Sommer 2014 Blattproben genommen. Eine Übersicht der Flächen findet sich in Tab. 2. Die Ergebnisse sind in Tab. 3 dargestellt. Im Mittel liegen die meisten Nährstoffe im Optimumbereich. Die Spannbereite der einzelnen Nährstoffe ist teilweise sehr groß, so liegt der Wert bei Bor auf einer Fläche eigentlich schon im toxischen Bereich. Die Kaliumwerte aller Flächen liegen im Mangelbereich, weshalb hier weitere Untersuchungen nötig sein werden, um die Ursache herauszufinden. Die Flächen mit dem extremsten Mangel waren im Frühjahr noch mit Kali gedüngt worden, da der Mangel hier vom Boden herrührt. Schwefel und Molybdän wurden in Tastversuchen auf einem Betrieb als Blattdünger ausgebracht (Taifun Sojainfo Nr.x). Auch Kupfer liegt auf 3 Flächen des Betriebes in Halle im Mangelbereich und geht mit Borüberschuss einher. Hier kann evtl. über frühere Nutzungsformen des Bodens eine Erklärung gefunden werden.

Teilweise zeigten die Sojabohnen auf den Flächen einen schwächeren Wuchs oder eine hellere Blatffärbung, so dass mit ein Nährelementmangel vermutet wurde. Hier konnte allerdings selten ein Zusammenhang zwischen Symptomen und vermeintlichem Mangel festgestellt werden. Überraschend war, dass auf einigen Flächen, die dunkelgrüne Blatffärbung zeigen, die Blattanalyse trotzdem einen Stickstoffmangel anzeigte. Häufig lag auch Kalium im Mangelbereich, ohne dass Symptome sichtbar waren. Molybdänmangel trat auf einigen Flächen auf, teilweise auch zusammen mit Stickstoffmangel, was durch die Rolle von Molybdän bei der Stickstofffixierung zu erklären sein könnte. Ein Beispiel dafür zeigt Abb. 2. Hier wurde starker Molybdänmangel mit leichtem N-Mangel festgestellt. Die Pflanzen zeigten auch eine hellere Blatffärbung (Abb. 3). Eine andere Fläche, deren Prüfbericht (Abb. 4) deutlichen Stickstoffmangel zeigt, ohne, dass er auf der Fläche sichtbar ist, ist auf Abb. 5 zu sehen.

Fläche	Standort	Bodenart	pH im Boden	Bodenpunkte
1a+b	Eichstetten/Kaiserstuhl	Lehm	6,5 – 7,1	51 / 65
2a+b	Buggingen/Oberrhein	Lösslehm /sandiger Lehm	6,8 – 7,3	81 / 65
3a+b	Heitersheim/Oberrhein	Lehm	??	28 / 45
4a,b,c	Halle/Saale	Lehmiger Sand /sandiger Lehm	6,4-6,9	30 / 40/ 60

Tabelle 2: Beschreibung der Flächen für Blattprobennahme

Nährstoff in TM	min. – max.	Ø über alle 12 Flächen	Optimaler Bereich nach Bergmann
Stickstoff [%]	3,7 – 5,24	4,53	4,50 – 5,50
Phosphor [%]	0,27 – 0,36	0,31	0,35 – 0,60
Kalium [%]	1,04 – 2,82	1,94	2,50 – 3,70
Calcium [%]	0,97 – 1,47	1,37	0,60 – 1,50
Magnesium [%]	0,23 – 1,69	0,47	0,30 – 0,70
Schwefel [%]	0,22 – 0,3	0,26	0,40 – 0,75
Bor [ppm]	23 – 150	61	25 – 60
Kupfer [ppm]	3 – 26	10	10 – 20
Mangan [ppm]	31 – 78	53	30 – 100
Molybdän [ppm]	0,03 – 3,8	0,84	0,50 – 1,00
Zink [ppm]	22 – 65	42	25 – 60
Cobalt [ppm]	0,01 – 0,15	0,06	0,01 – 0,40

Tabelle 3: Übersicht über die Blattanalysenergebnisse aller 12 beprobten Flächen.



Abbildung 3: Fläche 1 zu Analyseergebnissen in Abb. 2 mit Indikation Molybdänmangel. Foto: Taifun, 2014.

Prüfbericht

A: mangelernährter Bereich B: anzustrebender Bereich C: überversorgter Bereich

Element	Einheit	min*	max*	Ist-Wert	Einschätzung des Ernährungszustandes		
					A	B	C
Stickstoff	% TS	4,50	5,50	4,38			
Calcium	% TS	0,60	1,50	0,98			
Phosphor	% TS	0,35	0,60	0,29			
Kalium	% TS	2,50	3,70	2,34			
Magnesium	% TS	0,30	0,70	0,28			
Natrium	% TS	n.b.	n.b.	0,03			
Schwefel	% TS	0,40	0,75	0,22			
Bor	ppm	25,0	60,0	35,1			
Mangan	ppm	30,0	100	70,4			
Kupfer	ppm	10,00	20,0	7,61			
Zink	ppm	25,0	60,0	25,7			
Eisen	ppm	n.b.	n.b.	101,4			
Molybdän	ppm	0,50	1,00	0,03			
Cobalt	ppm	0,01	0,40	0,13			

Wassergehalt	%			fehlt
Tockensubstanz	%			fehlt

*min. Grenzwert nach Bergmann, TLL 1999 und eigene Grenzwerte

*max. Grenzwert nach Bergmann, TLL 1999 und eigene Grenzwerte

***Bei der Applikation sollten Sie sich an die Empfehlung der Hersteller halten.

Analysenmethoden: Gesamt-N nach VDLUFA Methodenbuch II, 3.5.2.7

Mikro- und Makronährstoffe nach VDLUFA Methodenbuch II, 2.2.2.6, 2. Teillfg.2003

Abbildung 2: Ergebnisse Blattanalyse Fläche 1 mit starkem Molybdänmangel
(Institut für Agrar- und Umweltanalytik, 2014).

Prüfbericht

A: mangelernährter Bereich B: anzustrebender Bereich C: überversorgter Bereich

Element	Einheit	min*	max*	Ist-Wert	Einschätzung des Ernährungszustandes		
					A	B	C
Stickstoff	% TS	4,50	5,50	3,97			
Calcium	% TS	0,60	1,50	0,97			
Phosphor	% TS	0,35	0,60	0,28			
Kalium	% TS	2,50	3,70	1,92			
Magnesium	% TS	0,30	0,70	0,23			
Natrium	% TS	n.b.	n.b.	0,03			
Schwefel	% TS	0,40	0,75	0,23			
Bor	ppm	25,0	60,0	25,3			
Mangan	ppm	30,0	100	52,9			
Kupfer	ppm	10,00	20,0	7,47			
Zink	ppm	25,0	60,0	22,0			
Eisen	ppm	n.b.	n.b.	102,5			
Molybdän	ppm	0,50	1,00	0,10			
Cobalt	ppm	0,01	0,40	0,14			

Wassergehalt	%			fehlt
Tockensubstanz	%			fehlt

*min. Grenzwert nach Bergmann, TLL 1999 und eigene Grenzwerte

*max. Grenzwert nach Bergmann, TLL 1999 und eigene Grenzwerte

***Bei der Applikation sollten Sie sich an die Empfehlung der Hersteller halten.

Analysenmethoden: Gesamt-N nach VDLUFA Methodenbuch II, 3.5.2.7

Mikro- und Makronährstoffe nach VDLUFA Methodenbuch II, 2.2.2.6, 2. Teillfg.2003

Abbildung 4: Ergebnisse Blattanalyse Fläche 2 mit nicht sichtbarem N- und Mo-Mangel
(Institut für Agrar- und Umweltanalytik, 2014).

Bei sichtbaren Mängeln ist eine Blattanalyse ein einfaches und sicheres Werkzeug, um die Symptome einem Nährelement zuzuordnen. So kann bei starkem Mangel eine entsprechende Blattdüngung eingesetzt werden, um Ertragsdefizite zu vermeiden. Zitat Prof. Antonio Mallarino, Iowa State University: Blattdüngung „kann benutzt werden, um Probleme zu korrigieren. (...) Ich empfehle Blattdüngung nur als Rettungs-Behandlung.“

Quellen

Bergmann, 1999. TLL. Grenzwerte Blattanalyse.

Mueller, N. 2014. Plant Nutrient Analysis: Do your soybeans have the right stuff? [Link](#)

Reid, K., Bohner, H. 2007. Ontario Ministry of Agriculture and Food. Interpretation of Plant Analysis for Soybeans. - [Link](#)

Schwab, G.J., Lee, C.D., Pearce, R. 2007. Sampling Plant Tissue for Nutrient Analysis. University of Kentucky – College of Agriculture. [Link](#)

Yang, Z.B., You, J. F., Xu, M. Y., Yang, Z. M. 2009. Interaction between aluminum toxicity and manganese toxicity in soybean (*Glycine max*). *Plant and Soil*, 319 (1-2) 277-289.,



Abbildung 5: Fläche 2, die augenscheinlich ausreichend versorgt ist, deren Analyseergebnissen in Abb. 4 aber N- und Mo-Mangel anzeigen. Foto: Taifun, 2014.

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

Impressum

Autorin: Kristina Bachteler | Redaktionelle Mitarbeit: Martin Miersch

Herausgeber: Life Food GmbH / Taifun Tofuprodukte

Bebelstraße 8 | 79108 Freiburg | Tel. 0761 152 10 13 | soja@taifun-tofu.de



Landwirtschaftliches Zentrum für Sojaanbau und Entwicklung