

Faktoren des Soja-Ertrages und des Unkrautdrucks in der Praxis

Schmidt, H.¹ & Langanky, L.¹

Keywords: farm evaluation, soy bean, yield, weeds

Abstract: Data of 114 organic and conventional soy fields between 2015 and 2017 were analysed regarding agronomic issues. The average soy yield of all farms was 4.0 t/ha in control points (harvesting by hand) and 2.9 t/ha in the whole field (combine harvesting). No yield differences between organic and conventional management could be detected. According to multiple linear regression analyses of yields in control points, the main factors of soy yield included water supply, temperature in the early phase, variety capacity and weed coverage. Important factors of weed coverage in organic soy fields were homogeneity and plant density of the crop followed by tillage and crop history factors. Further data evaluation including statistical and case analyses with additional target variables will probably lead to more results with practical relevance.

Einleitung und Zielsetzung

Im Rahmen der Netzwerkprojekte der Eiweißpflanzenstrategie der Bundesregierung werden in Deutschland eine Vielzahl von Betrieben mit Körnerleguminosenanbau evaluiert. Mit einem Forschungsprojekt, gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie (2814EPS035), erfolgt durch die Kombination der in den Netzwerken ermittelten Daten mit ergänzenden Datenerhebungen die Bearbeitung ackerbaulicher Fragestellungen. Wichtigstes Ziel ist die Identifizierung und Gewichtung wesentlicher Einflussfaktoren auf den Erfolg des Körnerleguminosenanbaus in der Praxis und die Ableitung von standortabhängigen Optimierungsstrategien.

Ziel der hier vorgestellten ersten Auswertungsschritte der 2017 abgeschlossenen Untersuchung von Sojaschlägen ist die Darstellung wesentlicher Faktoren der Soja-Ertragsbildung sowie des Unkrautdrucks auf den Öko-Schlägen.

Methoden

Im Rahmen des Projekts wurden von 2015 bis 2017 bundesweit, mit Schwerpunkt Süddeutschland, 59 ökologisch und 55 konventionell bewirtschaftete Soja-Schläge an jeweils zwei Messpunkten (MP, ca. 10 m²) in ungestörten Bereichen des Schlages untersucht. Von der Vielzahl erfasster Parameter wurden folgende hier verwendet: diverse Bodenparameter (u.a. Bodenart, Wasservorrat vor Saat, Nährstoffgehalte, Eindringwiderstand); Unkraut-, Schädigungs- und Homogenitätsbonituren (Pflanzenverteilung, Höhe), Pflanzendichte und -höhe nach Auflauf (BBCH 12-15), zum Ende der Blüte (BBCH 66-72) und vor der Druschernte;

¹ Stiftung Ökologie & Landbau, Bereich Praxisforschung, Himmelsburger Str. 95, 53474 Ahrweiler, Deutschland, schmidt@soel.de, <http://www.soel.de/>

Ertragsfassung per Hand (2,5 m² je MP). Witterungsparameter (Mittel / Summen verschiedener Zeiträume) wurden aus Tageswerten für Temperatur und Niederschlag der nächstgelegenen Wetterstationen berechnet. Der Sorteneinfluss wurde mit Hilfe von Relativwerten für Ertrag und Proteingehalt aus den Landessortenversuchen 2015 bis 2017 einbezogen (Median, Bezugssorten 'Merlin' & 'Obelix'). Die ProjektberaterInnen des Netzwerkes ermittelten durch Befragung detailliert die kurzfristige Bewirtschaftung seit der Vorfruchternte sowie die zehnjährige Vorgeschichte der Schläge (Kulturen & Düngung). Für die Auswertung wurden daraus verrechenbare Parameter abgeleitet.

Faktoren der Zielgrößen Ertrag und Unkrautdeckungsgrad wurden mit Hilfe von Korrelationsanalysen sowie visueller Beurteilung von Streudiagrammen eingegrenzt und mit multiplen linearen Regressionen (MLR) berechnet (SPSS). Als Maß der erklärten Streuung je Faktor dient der MLR-Beta-Wert (Anteil steigt mit der Differenz zu 0). Die Zielgrößen wurden bei Bedarf transformiert (Ziel: Normalverteilung). Die Linearität von Zusammenhängen wurde mit der Funktion Kurvenanpassung geprüft und bei Nichtlinearität die entsprechenden Parameter transformiert.

Ergebnisse und Diskussion

In den drei Untersuchungsjahren wurden sechs der 114 Bestände umgebrochen, in vier Fällen aufgrund extremer Witterungsereignisse, bei einem Schlag nach starkem Taubenfraß und einmal wegen eines Bewirtschaftungsfehlers.

Der MP-Ertrag (\varnothing 40 dt/ha, 86% TS) korreliert deutlich mit dem Druschertrag des gesamten Schlags (\varnothing 29 dt/ha, r 0,79). Für die Differenzen zwischen den beiden Ertragswerten konnte als ein Faktor die Schnitthöhe des Mähdreschers (r 0,3) nachgewiesen werden. Bei ökologischer Bewirtschaftung lag der MP-Ertrag im Mittel um 4,4 dt/ha niedriger als bei konventionellem Anbau, vor allem aufgrund des höheren Unkrautdrucks. Bei der Ermittlung wesentlicher Ertragsfaktoren wurden alle Fälle berücksichtigt. Die Ergebnisse der MLR zeigen vier wesentliche Einflussbereiche auf den MP-Ertrag: Wasserversorgung, Temperatur im Anfangsstadium, Sorte und Unkrautdruck (Tab. 1). Mit den ermittelten Faktoren kann ein Großteil der MP-Ertrags-Streuung erklärt werden (Abb. 1). Für die Wasserzufuhr (Niederschlag & Beregnung) im Bereich 100 bis 300 l/m² für den Zeitraum zwei Wochen nach Saat bis zwei Wochen vor Ernte kann im Mittel ein durchschnittlicher MP-Ertragszuwachs von 5 dt/ha je 35 l/m² abgeleitet werden (Abb. 1).

Bis auf die Wasserhaltefähigkeit gibt es keine Hinweise auf einen Ertragseinfluss der Bodenart. Bei allen geprüften Makro- und Mikronährstoffen (P, K, Mg, Mn, B, Cu, Zn) konnte kein negativer Einfluss niedriger VDLUFA-Versorgungsstufen nachgewiesen werden. (bis Stufe B, für Stufe A liegen zu wenige Fälle vor). Anders als bei Erbse und Bohne gibt es auch keine Hinweise auf negative Effekte von Fußkrankheiten oder einem hohen Leguminosenanteil in der Fruchtfolge (BLE, 2014). Ein Einfluss vorhergehenden Sojaanbaus kann aufgrund zu weniger Fälle nicht bewertet werden, bisher gibt es aber keine Anzeichen für negative Ertragseffekte.

Tabelle 1: Beta-Werte und R² der multiplen linearen Regression mit Zielgröße Messpunkt-Ertrag (Beta: Maß der erklärten Streuung und der Wirkungsrichtung)

Faktoren	Gesamt (n: 106)	Öko (n: 55)
Bodenwassermenge im Frühjahr, 0-90 cm	+ 0,22**	+ 0,16*
∅ Temperatur, Saat bis Blühbeginn	+ 0,19**	+ 0,18 ^t
Anzahl Tage mit Temperaturminimum <10°C, Blüte	- 0,13 ^t	- 0,11
Sorte, Ertragspotential (nach Sortenversuchen)	+ 0,22**	+ 0,34**
Sorte, Proteinpotential (nach Sortenversuchen)	- 0,12*	- 0,22*
Σ Niederschlag & Beregnung, 2 Wochen nach Saat bis 2 Wochen vor Ernte	+ 0,48**	+ 0,47**
Unkrautdeckungsgrad, Ende Sojablüte	- 0,42**	- 0,53**
Korrigiertes R² des Modells	0,71**	0,68**

** signifikant für P<0,01; * signifikant für P<0,05; t nicht signifikant für P<0,1

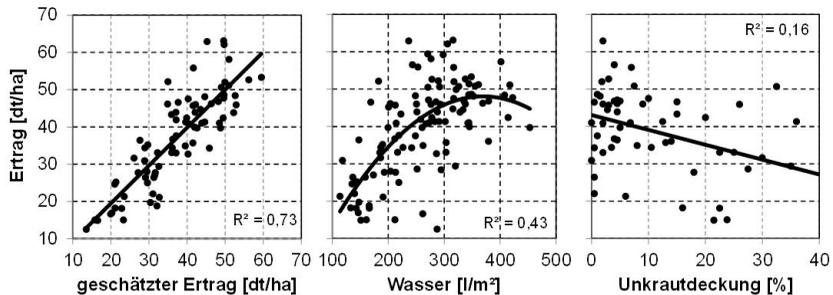


Abbildung 1: Messpunktertrag, links: mit durch multiple lineare Regression geschätzten Ertrag (Tab. 1); Mitte: mit Niederschlag & Beregnung 2 Wochen nach Saat bis 2 Wochen vor Ernte; rechts: mit Unkrautdeckungsgrad zum Ende der Sojablüte (nur Öko-Bestände)

Der wichtige MP-Ertragsfaktor Unkraut spielt bei ökologischer Bewirtschaftung eine größere Rolle als auf konventionellen Schlägen. 39% der Öko-Schläge wiesen am Ende der Blüte einen Unkrautdeckungsgrad (Ukd) über 10% auf, bei den konventionellen Beständen waren es nur 14%. Da sich zudem die Unkrautregulierungsstrategien zwischen den Bewirtschaftungssystemen grundsätzlich unterscheiden, werden im Folgenden ausschließlich die Öko-Schläge betrachtet.

Im Mittel der Ökoschläge wurde eine MP-Ertragseinbuße von ca. 4 dt/ha je 10% Ukd zum Ende der Blüte ermittelt (Abb. 1).

Mit der MLR können für den Ukd am Ende der Blüte 68% der Varianz erklärt werden. Wesentliche Faktoren sind u.a. der Ukd im BBCH-Stadium 12-15 (Beta +0,32) und die Höhe (Beta -0,25) und Homogenität des Sojabestandes zum Boniturtermin (Beta -0,26) sowie weitere Faktoren aus den Bereichen Boden und Bewirtschaftung (nicht dargestellt). Die Homogenität korreliert eng mit der Pflanzendichte (r 0,59) und ist von dieser als Faktor nicht zu trennen. Ein

Zusammenhang zur Intensität der direkten Unkrautregulierungsmaßnahmen (Häufigkeit & Art) ist nicht erkennbar. Dies kann damit zusammenhängen, dass besonders in Beständen mit hohem Unkrautdruck eine intensivere Regulierung durchgeführt wurde.

Die MLR des Ukd im BBCH-Stadium 12-15 (Tab.2) weist auf eine Reihe von Faktoren aus den Bereichen Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung hin, welche die Bedeutung eines umfassenden Unkrautregulierungskonzepts im ökologischen Landbau verdeutlichen. Darüber hinaus hängt wiederum die Homogenität des Bestandes und die damit eng korrelierende Soja-Pflanzendichte (r 0,54) wesentlich mit dem Ukd zusammen. Die Ergebnisse belegen die große Bedeutung eines dichten, lückenlosen Bestandes für eine erfolgreiche Unkrautunterdrückung im ökologischen Sojaanbau.

Tabelle 2: Beta-Werte und R² der multiplen linearen Regression mit Zielgröße Unkrautdeckungsgrad (BBCH 12-15) (Beta: Maß der erklärten Streuung und der Wirkungsrichtung)

Faktoren	Öko (n: 53)
Tongehalt des Bodens	+ 0,23*
Anteil Wurzelfrüchte in 5 Jahren vor Sojaanbau	+ 0,24**
Anzahl Tage mit \varnothing Temperatur <0°C, November & Dezember	+ 0,34**
Arbeitsgänge „falsches Saatbett“ vor Saat	- 0,31**
Arbeitsgänge Maschinenhacke vor Bonitur	- 0,22*
Kombination aus Sojapflanzen pro m ² & Bestandeshomogenität (BBCH 12-15), mit Faktorenanalyse berechnet	- 0,56**
Tage zwischen Sojasaat und Boniturtermin (BBCH 12-15)	+ 0,39**
Korrigiertes R² des Modells	0,68**

* signifikant für $P < 0.01$; * signifikant für $P < 0.05$; t nicht signifikant für $P < 0.1$

Schlussfolgerungen und Ausblick

Der Anbau von Soja ist für den Ökolandbau eine interessante Option, da diese Körnerleguminose auch in leguminosenreichen Fruchtfolgen und bei niedrigen Bodennährstoffgehalten ein dem konventionellen Anbau vergleichbares Ertragsniveau erreichen kann. Voraussetzung sind ausreichende Wasserversorgung und Temperaturbedingungen, die Etablierung dichter und homogener Bestände verbunden mit einer effektiven indirekten und direkten Unkrautregulierung.

Weitere statistische und Einzelfallanalysen, auch mit zusätzlichen Zielgrößen, lassen noch eine Reihe von praxisrelevanten Ergebnissen erwarten.

Literatur

BLE (Hrsg.) (2014) Körnerleguminosen und Bodenfruchtbarkeit. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.