Ackerbauliche Erfolgsfaktoren im konventionellen und ökologischen Soja-Anbau

Harald Schmidt & Lucas Langanky
Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL), Bereich Praxisforschung
schmidt@soel.de

Im Rahmen des Soja-Netzwerks der Eiweißpflanzenstrategie der Bundesregierung wird in Deutschland eine Vielzahl von Betrieben 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 Sojaanbaus in der Praxis und die Ableitung von standortabhängigen Optimierungsstrategien.
An dieser Stelle werden erste Ergebnisse der abschließenden Auswertung von den 2017 beendeten Untersuchung zu wesentlichen Faktoren der Soja-Ertragsbildung und der Proteingehalte vorgestellt.

Material und Methoden

In den Jahren 2015 bis 2017 wurden 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; Bonitur von Wurzelschädigungen und Knöllchenbesatz (BBCH 66-72); Ertragserfassung per Hand (2,5 m² je MP) und Proteingehalt im Erntegut (N*6,25). 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 Landessorten-versuchen 2015 bis 2017 einbezogen (Median, Bezugssorten `Merlin´ & `Obelix´). Die ProjektberaterInnen des Netzwerks 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, Proteingehalt und Knöllchenbesatz wurden mit Hilfe von Korrelationsanalysen sowie der visuellen Beurteilung von Streudiagrammen eingegrenzt und mit multiplen linearen Regressionen (MLR) berechnet (SPSS). Der Prozentsatz erklärter Streuung wurde mit Hilfe der Beta-Werte der MLR berechnet. 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 lag im Mittel der Jahre bei 40 dt/ha (86% TS) und korreliert deutlich mit dem Druschertrag des gesamten Schlags (∅ 29 dt/ha, r 0,79). Die große Bedeutung der Schnitthöhe beim Drusch für die Ausschöpfung des Ertragspotentials konnte durch die signifikante Korrelation zwischen Differenz der beiden Ertragswerte und der Schnitthöhe (r 0,3) bestätigt werden.
Mit der MLR lassen sich vier wesentliche Einflussbereiche auf den MP-Ertrag ermitteln: Wasserversorgung, Temperatur im Anfangsstadium, Sorte und Unkrautdruck (Tab. 1). Die ermittelten Faktoren erklären fast 70% der MP-Ertrags-Streuung. Für die Wasserzufuhr (Niederschlag & Beregnung) im Zeitraum zwei Wochen nach Saat bis zwei Wochen vor Ernte weisen die Ergebnisse im Bereich von 100 bis 300 l/m² auf einen durchschnittlichen MP-Ertragszuwachs von ca. 5 dt/ha je 35 l/m² hin. Über 300 l/m² ist kein Ertragseinfluss nachweisbar. Der 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%. Im Mittel aller Schläge wurde eine MP-Ertragseinbuße von 5 dt/ha je 10% Ukd ermittelt. Sowohl für die ökologisch als auch die konventionell bewirtschafteten Schläge sind die Sojabestandesdichte und -homogenität (Pflanzenverteilung und Höhe) wesentliche Faktoren des Ukd (Ergebnisse nicht dargestellt). Nur ohne Einbeziehung des Faktors Ukd ergibt sich ein statistisch tendenziell absicherbarer Unterschied des MP-Ertrags zwischen den Bewirtschaftungssystemen (öko: 38 dt/ha, konv. 43 dt/ha). Diese Ertragsunterschiede sind somit im Wesentlichen auf die Differenzen im Unkrautdruck zurückzuführen.
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). Auch die Nmin-Gehalte im Frühjahr (0-90 cm) und die S-Gehalte (CAT-Extrakt, 0-20 cm) zeigten keinen Ertragseinfluss. Anders als bei Erbse und Ackerbohne gibt es keine Hinweise auf negative Effekte von Fußkrankheiten oder einem hohen Leguminosenanteil in der Fruchtfolge (BLE, 2014).
Der Proteingehalt im Erntegut variierte von 31,8 bis 47,4% (TM). Als ein wesentlicher Faktor wurde der Knöllchenbesatz (BBCH 66-72) identifiziert (Tab. 1). Auf beide Parameter hatten hohe Tongehalte einen negativen Effekt und war ein deutlicher Sorteneinfluss zu erkennen. Gute Wasserversorgung und hohe Temperaturen, in einzelnen Vegetationsabschnitten zeigten bei beiden Parametern positive Effekte. Während die Ergebnisse beim Proteingehalt auf einen positiven Zusammenhang zu vorherigem Sojaanbau und zur Intensität des maschinellen Hackens hinweisen, zeigen sich beim Knöllchenbesatz negative Effekte hoher Nmin-Mengen im Frühjahr und eine positive Wirkung höherer Arbeitstiefe bei der Grundbodenbearbeitung (Spannweite 5 bis 40cm, ∅ 21 cm). Insgesamt erscheinen neben der wichtigen Sortenwahl und günstigen Witterungsbedingungen vor allem Maßnahmen für einen lockeren, gut durchlüfteten Boden bei geringer N-Verfügbarkeit den Proteingehalt zu fördern. Die Methodik des Impfens zeigte, wie schon beim Ertrag, keine wesentliche Wirkung auf den Proteingehalt. Die große Mehrheit der beteiligten Betriebe scheint somit das Saatgut erfolgreich geimpft zu haben.

Tabelle 1: Ergebnisse der multiplen linearen Regression mit Zielgröße Messpunkt-Ertrag; Anteil erklärter Streuung durch einzelne Faktoren und Wirkungsrichtung

Faktoren	**MP-Ertrag**	**Protein-gehalt**	**Knöllchen-besatz**
Standorteignung (JKI, undatiert)	5^{t} (+)		
Tongehalt		8* (–)	10** (–)
Nmin (0-90 cm), vor Saat			5^{t} (–)
Bodenwassermenge im Frühjahr, 0-90 cm	6* (+)		
Σ Niederschlag & Beregnung,Anfang bis Ende Blüte			11** (+)
Σ Niederschlag & Beregnung, 2 Wochen nach Saat bis 2 Wochen vor Ernte	20** (+)	4^{t} (+)	
Σ Niederschlag, 2 Wochen vor Ernte		7* (+)	
∅ Temperatur, erste Woche nach Saat			7* (+)
∅ Temperatur, 4 bis 8 Wochen nach Saat		7** (+)	
∅ Temperatur, Saat bis Blühbeginn	10** (+)		
Sorte, Ertragspotential (nach Sortenversuchen)	8** (+)		
Sorte, Proteinpotential (nach Sortenversuchen)	5* (–)	17** (+)	6* (+)
Abstand vorheriger Sojaanbau		7** (–)	
Tiefe vorheriger Grundbodenbearbeitung			6* (+)
Anzahl Durchgänge Maschinenhacke		8** (+)	
Unkrautdeckungsgrad, Ende Sojablüte	16** (–)		
Knöllchenbesatz		16** (+)	
Anteil erklärter Streuung (korrigiertes R^2 x 100)	**69****	**73****	**43****

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

Ausblick

Die umfassenden Ergebnisse der statistischen Auswertungen sowie der Analysen von Einzelfällen werden detailliert im Abschlussbericht aufgeführt und vor dem Erkenntnisstand interpretiert. Weiterhin ist eine Zusammenfassung der praxisrelevanten Ergebnisse in konzentrierter und übersichtlicher Form geplant.

Danksagung

Unser Dank gilt dem BMEL und der Geschäftsstelle Eiweißpflanzenstrategie an der BLE für die Finanzierung des Forschungsprojekts sowie den beteiligten Betrieben, den Netzwerk-BeraterInnen, den DatenmanagerInnen und alle anderen Netzwerkbeteiligten für die gute und erfolgreiche Zusammenarbeit.

Literatur

BLE (Hrsg.) (2014) Körnerleguminosen und Bodenfruchtbarkeit. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.
JKI (undatiert) Anbaueignung für Sojabohnen (Karte).
http://geoportal.julius-kuehn.de/map?app=soja_neu (19.08.2018).