

Angepasste Düngestrategie

Wie die Ertragsvariabilität von Winterweizen reduzieren?

In Dauerfeldversuchen wird oft der Effekt von ackerbaulichen Maßnahmen auf den Ertrag von einzelnen Fruchtarten oder ganzen Pflanzenbausystemen über einen langen Zeitraum untersucht. Mit Blick auf den Klimawandel kommt einem weiteren Kriterium, der Ertragsvariabilität (Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr), eine immer größere Bedeutung zu. Die Kombination von Ertragsniveau und Ertragsvariabilität ermöglicht auch Aussagen zum Ertragsrisiko. Mit dieser Thematik befasst sich die Justus-Liebig-Universität Gießen in Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim.

Zukünftig sind Anbausysteme gefragt, die bei kritischen Witterungsbedingungen noch vergleichsweise hohe Erträge mit geringen Schwankungen bei kalkulierbarem Risiko erwarten lassen.

Die Grundlage für die durchgeführte Studie ist der Erschöpfungsversuch Gießen, der als Dauerfeldversuch seit mehr als 60 Jahren durchgeführt wird. Das Ziel ist es, den Einfluss von mineralischer und organischer Düngung auf den Nutzpflanzenenertrag und die Ertragsvariabilität (Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr) zu quantifizieren und Empfehlungen für die Beratung und Praxis abzuleiten. Dabei wird auch das potenzielle Ertragsrisiko betrachtet, welches die Wahrscheinlichkeit quantifiziert, mit der ein bestimmtes, kritisches Ertragsniveau unterschritten wird.

Der Erschöpfungsversuch Gießen wurde im Jahr 1954 in der Versuchsstation Weilburger Grenze der Justus-Liebig-Universität Gießen angelegt. Die Bodenart an diesem Standort wird als Schluffiger Ton (Ackerzahl: 67; Humusgehalt: 2 %; effektive Wurzeltiefe: 100 cm) charakterisiert. Im langjährigen Mittel (1955 bis 2017) liegt die mittlere Lufttemperatur bei 9,3 °C und die Jahresniederschlagssumme bei 650 mm. Die Versuchsanlage umfasst zwei Prüffaktoren (Düngungsvariante und Düngungsniveau), die jeweils vierfach wiederholt sind. Der Einsatz von Wachstumsreglern und Pflanzenschutzmitteln erfolgt bedarfsabhängig und im gesamten Versuch einheitlich. Die Fruchtfolge ist eine dreijährige Rotation mit Zu-



Trotz kritischer Witterungsbedingungen sollen stabile Erträge (geringe Ertragsvariabilität) mit kalkulierbarem Risiko erwirtschaftet werden. Fotos: Dr. Janna Macholdt

ckerrübe, Winterweizen und Sommergerste; wobei eine Fruchtart entsprechend jedes dritte Jahr angebaut wird. Die vorgestellte Untersuchung bezieht sich auf das Prüfmerkmal Kornertrag (bei 86 % Trockensubstanz) von Winterweizen für den Zeitraum 1954 bis 2017. Die Aussaat des Weizens erfolgt in

der Regel Mitte Oktober mit einer Saatstärke von 420 bis 450 Körnern/m².

Für die Auswertung wurden fünf Düngungsvarianten ausgewählt (siehe Tabelle 1). Die mineralische Stickstoffdüngung (N) erfolgt in Form von Kalkammonsalpeter (27 %), von Phosphor (P) in

Form von P₂O₅ als Hyperphosphat (26 %) und Kalium (K) in Form von K₂O als Korn-Kali (40 %). In zwei Düngungsvarianten wird zusätzlich Stallmist (aus Rinderhaltung, 21 % Trockenmasse) in einer Menge von 30 t/ha einmal pro Rotation (das heißt, jedes dritte Jahr) im Herbst nach der Ernte von Sommergerste ausgebracht.

Tabelle 1: Ausgewählte Düngungsvarianten im Erschöpfungsversuch Gießen (seit 1954)

Nr.	Düngungsvariante	Mineraldüngung zu Winterweizen [kg/ha]			Stallmist* [t/ha]
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	ungedüngt	0	0	0	nein
2	Stallmist*	0	0	0	ja
3	50 % NPK	80	45	60	nein
4	100 % NPK	160	90	120	nein
5	100 % NPK + Stallmist	160	90	120	ja

Anmerkung: *Stallmist-Gabe von 30 t/ha einmal pro Rotation (das heißt, alle drei Jahre) im Herbst nach Ernte von Sommergerste; Fruchtfolge: Zuckerrübe – Winterweizen – Sommergerste

Tabelle 2: Mittlerer Kornertrag des Winterweizens in Abhängigkeit von der Düngungsvariante im Erschöpfungsversuch Gießen

Nr.	Düngungsvariante	Mittlerer Kornertrag von Winterweizen [dt/ha]
1	ungedüngt	20,7
2	Stallmist	32,9
3	50 % NPK	38,6
4	100 % NPK	51,2
5	100 % NPK + Stallmist	57,0

Ertragsleistung je Düngungsvariante

Die Auswertung (Tabelle 2) zeigt, dass in der Düngungsvariante „100 % NPK“ (Stickstoff, Phosphat, Kalium) mit dem Weizen im Mittel der Jahre Kornerträgen von 51,2 dt/ha erzielt wurden. Eine zusätzliche Stallmistgabe (Variante Nr. 5) erhöhte den Weizenertrag um +11,3 % auf 57,0 dt/ha. Demgegenüber verminderte sich der Ertrag in Variante „50 % NPK“ (Nr. 3) auf 38,6 dt/ha. Die niedrigsten Erträge (29,7 dt/ha) wurden erwartungsgemäß in der ungedüngten Variante (Nr. 1) gemessen. Im Vergleich dazu, lag der Weizenertrag in der Variante Nr. 2 ohne mineralische Düngung, aber dafür mit einer Stallmistgabe einmal pro Rotation, auf einem um +10,8 % höheren Niveau von 32,9 dt/ha.

Tabelle 3: Ertragsvariabilität von Winterweizen in Abhängigkeit von der Düngungsvariante im Erschöpfungsversuch Gießen

Nr.	Düngungsvariante	Ertragsvariabilität* von Winterweizen
1	ungedüngt	2,6
2	Stallmist	2,3
3	50 % NPK	0,8
4	100 % NPK	0,2
5	100% NPK + Stallmist	0,1

Anmerkung: *Ertragsvariabilität berechnet nach Shukla (Stabilitätsvarianz); je geringer der Wert, desto geringer ist die Variabilität (das heißt, weniger Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr).

Ertragsvariabilität des Winterweizens

Tabelle 3 zeigt die Effekte der Düngungsvarianten auf die Ertragsvariabilität des Winterweizens. In der Varianten „100 % NPK“ (Nr. 4) und „100 % NPK + Stallmist“ (Nr. 5) wiesen die Korn-erträge eine vergleichsweise geringe Variabilität auf. Im Vergleich zur vollen Aufwandmenge (100 % NPK) zeigte der Weizen bei einer Halbierung der Düngermengen (50 % NPK) deutlich höhere Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr. Die höchste Ertragsvariabilität fand sich in der ungedüngten Variante (Nr. 1). Die zusätzliche Gabe von Stallmist hatte in den Düngungsvarianten „Stallmist“ (Nr. 2) versus „Ungedüngt“ (Nr. 1)

einen positiven Effekt und reduzierte hier die Variabilität der Weizen-erträge. In den voll gedüngten Varianten „100 % NPK“ (Nr. 4) und „100 % + Stallmist“ (Nr. 5) wiesen die Werte der Ertragsvariabilität eine sehr geringe Differenz auf (0,2 versus 0,1) und lagen insgesamt auf einem sehr geringen Niveau. Das heißt, bei optimaler NPK-Versorgung hatte die fehlende Stallmistgabe (Variante Nr. 4) die Ertragsvariabilität kaum erhöht.

Die Analyse des Risikos

Das Ertragsrisiko beschreibt die Wahrscheinlichkeit (in %), mit der ein bestimmtes, kritisches Ertragsniveau (δ = Schwellenwert) unter-

schritten wird. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Risikoanalyse für drei verschiedene Schwellenwerte (δ = 30, 40 und 50 dt/ha) dargestellt. Die Risikoberechnung berücksichtigt das gemessene Ertragsniveau und die kalkulierte Ertragsvariabilität. Diese Kombination macht die Risikoanalyse recht aussagekräftig und bietet auch die Möglichkeit, verschiedene oder neue Anbauverfahren in der Pflanzenproduktion quantita-

bei der Düngungsvariante 50 % NPK und nur 47 % bei der Variante 100 % NPK. Im Vergleich zur ungedüngten Variante bewirkte eine zusätzliche Gabe von Stallmist in Variante Nr. 2 eine leichte Minderung des Ertragsrisikos. Ein ähnlich positiver Effekt der Stallmistzufuhr war auch in der voll gedüngten Variante „100 % NPK + Stallmist“ im Vergleich zur Variante „100 % NPK“ (Nr. 5 vs. Nr. 4) zu verzeichnen. Die Wahrschein-

ANZEIGE

UNSER RAPS

RGT TREZZOR
Sicherheit durch
mehrfähig stabile
Erträge



Das Spitzenteam

RGT CADRAN
Sicherheit durch
Doppelresistenz:
TuYV & RLM7

RAGT SAATEN neu

tiv zu bewerten. Das höchste Ertragsrisiko wies die Variante „Ungedüngt“ auf (Tabelle 4). Als Beispiel: Die Wahrscheinlichkeit, mit der das Ertragsniveau von 30 dt/ha nicht erreicht wird, lag hier bei 82 %. Die mineralische Düngung führte zu einer Reduzierung des Ertragsrisikos von Winterweizen, wobei die Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten mit zunehmenden Ertragsniveau (δ = 30 \rightarrow δ = 50 dt/ha) geringer ausfielen. Die Risikodifferenz zwischen den Varianten „Ungedüngt“ versus „50 % NPK“ (Nr. 1 versus Nr. 3) betrug 58 % für die Unterschreitung des Ertragsniveaus von 30 dt/ha, aber nur 22 % für Erträge geringer als 50 dt/ha. Die Steigerung der mineralischen Düngung von 50 % auf 100 % NPK führte zu einer Risikoreduktion. Die Wahrscheinlichkeit, dass Weizen-erträge unter δ = 50 dt/ha fallen, betrug 76 %

lichkeit, mit der Weizen-erträge unter 40 dt/ha fallen, betrug hier 21 % in der Düngungsvariante „100 % NPK“, aber nur 13 % in der Variante „100 % NPK + Stallmist“.

Dr. Janna Macholdt
Justus-Liebig-Universität
Gießen
Tel.: 06 41-99-37-421
janna.c.macholdt@agr.uni-giessen.de

Prof. Bernd Honermeier
Justus-Liebig-Universität
Gießen
Tel.: 06 41-99-37-440
bernd.honermeier@agr.uni-giessen.de

Prof. Hans-Peter Piepho
Universität Hohenheim
Tel.: 07 11-459-2 23 86
hans-peter.piepho@uni-hohenheim.de

Tabelle 4: Ertragsrisiko von Winterweizen in Abhängigkeit von der Düngungsvariante im Erschöpfungsversuch Gießen

Nr.	Düngungsvariante	Wahrscheinlichkeit [%], dass der Korn-ertrag von Winterweizen unter einem bestimmten Ertragsniveau liegt*		
		unter 30 dt/ha	unter 40 dt/ha	unter 50 dt/ha
1	ungedüngt	82	94	98
2	Stallmist	79	75	89
3	50 % NPK	24	54	76
4	100 % NPK	5	21	47
5	100 % NPK + Stallmist	3	13	34

Anmerkung: *Ertragsrisiko berechnet nach Eskridge; berechnet für die Schwellenwerte δ = 30, 40 und 50 dt/ha; niedrigere Werte weisen auf ein geringeres Risiko für Ertragsverluste bei Winterweizen hin.



Die Grundlage für die durchgeführte Studie ist der Erschöpfungsversuch Gießen, der als Dauerfeldversuch seit mehr als 60 Jahren durchgeführt wird.

FAZIT

Für die Praxis sind sowohl die Ertragshöhe als auch die Ertragsvariabilität wichtige Kriterien für die Planung und Bewertung von Pflanzenbausystemen. Die sich verändernden Anbaubedingungen (Klimawandel, Düngerverordnung) fordern jedoch neue Herangehensweisen. Die durchgeführte Auswertung unter den gegebenen Versuchsbedingungen zeigt, dass eine angepasste Düngungsstrategie helfen kann, die Ertragsvariabilität von Winterweizen zu reduzieren. Es wurde weiterhin deutlich, dass die Reproduktion des

Humus-Gehaltes im Boden (hier durch Stallmist-Gabe alle drei Jahre) einen positiven Effekt hat und das Ertragsrisiko zusätzlich vermindern kann. Diese Betrachtung kann Beratung und Praxis unterstützen, Pflanzenbausysteme besser zu bewerten oder eventuell notwendige Anpassungen umzusetzen. Ist eine valide Datenbasis vorhanden, kann die vorgestellte Risikoanalyse für alle ackerbaulichen Maßnahmen und auch bei der ökonomischen Bewertung von neuen Anbaustrategien zur Anwendung kommen.