

Peter Treue, Kiel

Erträge und N-Gabe nach mehrjähriger teilflächenspezifischer Bewirtschaftung

Die Effekte teilflächenspezifischer Produktionstechnik werden in Kiel mit praxsigerechten Verfahren auf Schlägen von rund 30 ha untersucht. Hier sollen aus pflanzenbaulicher Sicht Ergebnisse aus der Fruchtfolge Weizen-Gerste-Raps vorgestellt werden. Die Ertragsfähigkeit der Teilflächen wurde zunächst von Griepentrog nach dem Relief (Kuppe, Senke, Hang, Ebene) definiert und später im Laufe des Projekts gemeinsam mit der Beratung, dem Pflanzenbau und der Bodenkunde näher spezifiziert.

Die Düngungs-Varianten wurden in Fahrgassensystemen von 2 • 24 Metern angelegt (Bild 1). Die Höhe der N-Gabe wurde auf Grund von Begehungen mit dem Berater oder nach dem Prognosemodell N-Prog festgelegt. Dazu kamen jeweils erhöhte und verminderte Varianten dieser Systeme. In das Programm einbezogen waren neben den Ertragskartierungen auch Bodenuntersuchungen, Pflanzenbeprobungen und seit 1999 auch Luftbildanalysen.

Teilflächendefinition

Das Prinzip einer Vorabdefinition von Teilflächen in die Elemente Kuppe, Senke, Hang und Ebene stand auf Grund eines Zusammenhangs mit wichtigen Bodeneigenschaften am Anfang. Im Jahr 1997 wurden auf dem Betrieb 32 ha Winterweizen teilflächenspezifisch nach der Reliefeinteilung gedüngt. Der Ertrag blieb auf den vier Teilflächen relativ gleich, der N-Aufwand der ersten ertragswirksamen Gaben wurde reduziert. Die Absenkung der N-Gabe auf den Senkenanteilen, auch in den betriebsüblichen Varianten, wirkte sich nicht ertragsmindernd aus. Der N_{min} -Gehalt in den humusreichen, kolluvialen Senken war für einen hohen Ertrag aus-

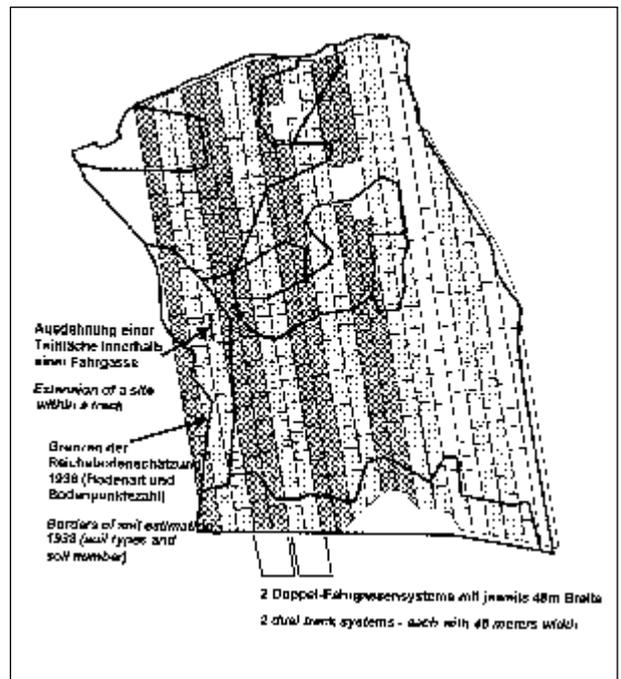


Bild 1: Anlage eines Systemversuches auf einem Praxisfeld

Fig. 1: Design of a system experiments in a field

reichend. Allgemeine Bodenuntersuchungen bestätigen, dass nach der Ernte 1996 generell bedeutend höhere N_{min} -Mengen im Boden gemessen wurden, als im Durchschnitt der Jahre. Der darauf folgende trockene und kalte Winter verhinderte gleichzeitig eine weitere Auswaschung, so dass zu Vegetationsbeginn im Frühjahr 1997 N in hohem Maße zur Verfügung stand.

Allerdings schwanken die Einzelerträge

Dipl.-Geologe Peter Treue ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Pflanzenbau im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der CAU (H.-Rodewald-Str. 6, 24118 Kiel; e-mail: ptreue@pflanzenbau.uni-kiel.de) und war beteiligt an einem Projekt zur teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion in Schleswig-Holstein (Leitung: Prof. Dr. E. Isensee, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der CAU, Max-Eyth-Straße 5, 24118 Kiel; e-mail: landtechnik@ilv.uni-kiel.de)

Schlüsselwörter

Teilschlagtechnik, Düngung, Ertrag

Keywords

Site-specific technology, fertiliser application, yield

Tab. 1: Winterweizen 1997 N-Gabe, Erträge auf den Teilflächen als Durchschnitts- und Extremwerte (N3 + N4 mit 50 bis 110 kgN/ha)

Table 1: Winter wheat 1997 - application rates, yields in the part fields as average and extreme values (N3 and N4 with 100 to 110 kgN/ha)

		Betriebsüblich	Relief	Betriebsüblich Min.	Betriebsüblich Max.	Relief Min.	Relief Max.
Ebene	Ertrag [dt/ha]	107,8	105,0	77,9	141,1	85,9	134,0
	N1+N2 [kg/ha]	75,0	55,0				
Hang	Ertrag [dt/ha]	106,2	104,8	75,6	128,9	80,8	123,8
	N1+N2 [kg/ha]	75,0	55,0				
Kuppe	Ertrag [dt/ha]	100,6	96,5	88,1	128,5	82,9	107,9
	N1+N2 [kg/ha]	75,0	65,0				
Senke	Ertrag [dt/ha]	109,0	104,7	87,6	122,5	91,2	115,1
	N1+N2 [kg/ha]	0,0	0,0				

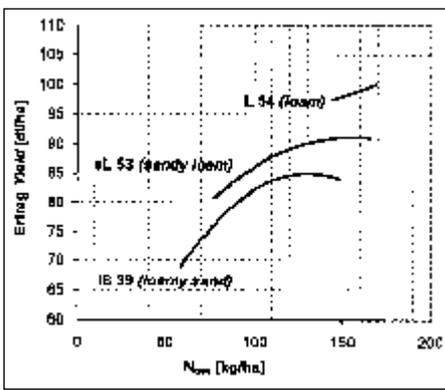


Bild 2: Wintergerste 1998: Ertragsfunktionen nach Bodenart/Bodenpunktezahl

Fig. 2: Winter barley 1998: Yield functions according to soil type/soil quality

innerhalb der als gleich definierten Teilflächen beträchtlich (Tab. 1).

Daher wurde im Folgejahr 1998 (Wintergerste) das Programm erweitert um die Variante N-PROG. Das Regressionsmodell N-Prog nach Schoop und Hanus prognostiziert anhand von historischen Datensätzen zu erwartende Erträge. Auf der Grundlage von Bodenart, Bodenpunktezahl, Witterung, Sorten- und Fruchtfolgeparametern können so optimale N-Mengen kalkuliert werden.

1998 wurden die Teilflächen in den Relief-Varianten insgesamt etwas weniger als betriebsüblich gedüngt, ohne dass der Ertrag beeinträchtigt wurde. Im Gegensatz zum Vorjahr erhielt die Senke eine Stickstoffgabe, da eine späte Mineralisation zu erwarten war und verbleibende Reste durch einen nassen Herbst/Winter ausgewaschen waren.

In der Variante N-PROG wurde generell mehr Stickstoff appliziert, ohne jedoch auf allen vorab definierten Teilflächen einen Mehrertrag zu erzielen. Diese Teilflächendefinition nach Bodenart und Bodenpunkten übergeht nämlich in dieser Form kleinräumige Heterogenitäten der Oberflächenausprä-

gung. Allgemein weisen die Erträge der einzelnen Teilflächen wiederum hohe Spannweiten auf. Es wurde untersucht, inwieweit sich Ertragsfunktionen erstellen lassen. Dazu wurden Datensätze von Erträgen und gedüngten N-Mengen nach Bodenarten selektiert und getrennt ausgewertet (Bild 2). Während auf sandigem Lehm (39 Bodenpunkte) das Optimum schon bei 120 kg N/ha erreicht ist, befindet man sich mit 150 kg N/ha bei Lehm (54 Bodenpunkte) noch im suboptimalen Bereich.

Persistente Flächen

Die weitere Differenzierung der Teilflächen geschah 1999 auf Grund der bisherigen Ertragskartierungen sowie computerbearbeiteten Luftbildaufnahmen, die wichtige Daten zur Pflanzendichte von Raps nach Winterweizen lieferten.

Der Versuchsschlag enthält einen bestimmten Anteil *ertragspersistenter* Flächen. Diese Flächen weisen mit hoher Wahrscheinlichkeit, weitgehend unabhängig von relevanten Parametern, relativ hohe oder niedrige Erträge innerhalb der Gesamtfläche auf. Sie sind an bestimmte Bodenarten und Geländemerkmale gekoppelt. Diese „historischen“ Informationen können in Bezug zu aktuellen Bestandsinformationen gesetzt werden. So erhält man Teilflächen mit unterschiedlichen Ertragspotenzialen.

Auf der einen Hälfte wurde die Rapsorte Zenith angebaut und in Abstufungen nach dem nunmehr erweiterten Prognosemodell N-PROG gedüngt. Die Düngung der anderen Hälfte mit der Rapsorte Express erfolgte nach dem Reliefprinzip und den Vorgaben eines Beraters.

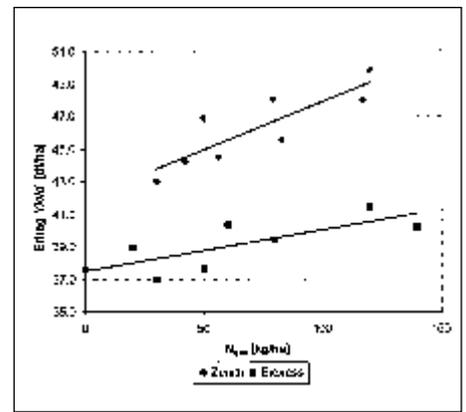


Bild 3: Winterrapis 1998: Wirkung der N-Düngung bei unterschiedlichen Sorten

Fig. 3: Winter canola 1998: Cultivar effects of N-fertilization

Auf den N-PROG-Varianten wurden Flächen, die historisch ein hohes Ertragspotenzial und im Frühjahr nach dem Luftbild eine hohe Pflanzendichte aufwiesen, stärker gedüngt. In den RELIEF-Varianten wurden Flächen mit angenommenen hohen N-Restmengen (Senken) dagegen schwächer gedüngt als Flächen mit angenommenem geringen Nachlieferungspotenzial (Kuppen).

Im Ergebnis (Bild 3) sieht man, dass beide Varianten unterschiedlich stark auf eine Erhöhung der N-Gabe reagierten. Eine Steigerung um 100 kg/ha führte in den N-PROG-Varianten zu einem Ertragsanstieg von rund 6 dt/ha – gegenüber 2,5 dt/ha auf den RELIEF-Varianten. Hier wirkte sich offensichtlich die unterschiedliche Verteilung der angepassten N-Gaben aus. Diese absolute Differenz von 5 dt/ha entspricht dem Sortenunterschied in 1999.

Die im Jahr 2000 fortgesetzte Praxis führte zu Erkenntnissen in Bezug auf die Definition von Teilflächen und ihre Bewirtschaftung. Die Luftbildanalysen werden in Beziehung zu den Bodenuntersuchungen und Ertragskarten der Vorjahre gesetzt. Auf großen Flächenanteilen zeigten sich Übereinstimmungen im Ertragspotenzial über mehrere Jahre. Ab 2000 kam auch der Sensor des Instituts für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik zum Einsatz, der nach einem eigenen Kalibrierungssystem (Landtechnik 4/2001, S.278) die N-Gabe definiert.

Im Ergebnis unterscheiden sich die Erträge der Systeme im Jahr 2000 nur wenig. In einigen bodenkundlichen Varianten wurde die 2. N-Gabe auf Flächen mit hoher N₁-Gabe teilweise stark reduziert, was zum Teil nicht den gewünschten Erfolg hatte.

Fazit

Der Blick über vier Jahre (Tab. 3) lässt Optimierungspotenziale erkennen, zu ersehen an den Gesamterträgen der Systeme. Doch ist die Chance, auf guten Böden den Ertrag zu steigern, noch nicht voll genutzt.

		Betriebsüblich	NPROG	Relief
Ebene	Ertrag [dt/ha]	87,1	88,9	84,1
	N _{ges} [kg/ha]	140,0	155,0	130,0
Hang	Ertrag [dt/ha]	83,4	87,7	86,5
	N _{ges} [kg/ha]	140,0	155,8	140,0
Kuppe	Ertrag [dt/ha]	82,2	82,4	83,0
	N _{ges} [kg/ha]	140,0	165,7	110,0
Senke	Ertrag [dt/ha]	78,4	95,6	76,7
	N _{ges} [kg/ha]	46,0	157,5	

Tab. 2: Wintergerste 1998 - N-Gabe und Erträge der Teilflächen (zusätzlich 21 kg N/ha)

Table 2: Winter barley 1998: N amount and yields on spatial sites (including 21 kg N/ha)

Tab. 3: Erträge des gesamten Schlages, dessen Teilflächen unterschiedlich gedüngt wurden

Table 3: Yield of the total field, whose part fields were differently fertilised

Düngung	1997		1998		1999		Varianten	2000	
	W-Weizen kg N/ha	dt/ha	W-Gerste kg N/ha	dt/ha	W-Raps kg N/ha	dt/ha		kg N/ha	dt/ha
betriebsüblich	196	110	161	83	199	42		237	97
teilflächen-spezifisch	164	105	129	83	211	41		191	92
teilflächen-reduziert	135	107	97	85	173	43	NPROG	230	101
teilflächen-erhöht			152	90	221	42	Sensor	188	94