

Yves Reckleben, Kiel

# Ertrags- und Proteinunterschiede von Weizen bei teilflächenspezifischer Bewirtschaftung

Mit der teilflächenspezifischen Erfassung von Ertrag und Feuchte werden neue, angepasste Bewirtschaftungsformen (Precision Farming) möglich [1, 2, 3]. Dieses Verfahren kann noch präziser werden, wenn zusätzlich auch die Qualität kontinuierlich erfasst wird. Die Kenntnis über die Inhaltsstoffe (Protein, Stärke und Öl) hat generell einen wesentlichen Einfluss für die Verwendung des Erntegutes, ob als Futter-, Brot- oder Braugetreide.

Dipl.-Ing. agr. Yves Reckleben ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik (Leitung: Prof. Dr. E. Isensee) der CAU Kiel, Max-Eyth-Straße 6, 24118 Kiel; e-mail: yreckleben@ilv.uni-kiel.de

## Schlüsselwörter

Rechnergestützte Landbewirtschaftung, teilflächenspezifische N-Düngung, NIR- Spektroskopie

## Keywords

Computer-aided land cultivation, site-specific nitrogen application, NIR-spectroscopy

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 03418 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die Einstufung in unterschiedliche Verwendungsformen (Qualitätsklassen) hat für die Produzenten großen Einfluss auf die zu erzielenden Erlöse. Speziell beim Brotgetreide ist die Kenntnis über den Proteingehalt und die daraus indirekt ableitbaren Parameter wie Klebergehalt oder die Backeigenschaft von großem Interesse für die aufnehmende Hand. Darüber hinaus kann der unterschiedliche Gehalt an Protein in die Nährstoffbilanz mit eingehen und zur genaueren Bemessung der N-Gabe beitragen.

Das Messsystem auf Basis der NIR Spektroskopie wurde im Institut von Rademacher in den Mährescher integriert. Damit lässt sich während des Druschs der Proteingehalt messen und gemeinsam mit Ertrag und Feuchte mit Hilfe der GPS Position räumlich darstellen [3]. Die Untersuchungen sollen die Variabilität im Proteingehalt und die Ursachen dafür klären.

Bekannt sind die Einflüsse von Sorte und N-Düngung. Die Ergebnisse für Ertragsbetonte Weizensorten variieren auf dem Schlag zwischen 10 und 12,5% und auf Qualität ausgerichtete Sorten zwischen 12 und 16%. Das Ziel liegt nun darin, die Gründe für hohe und geringe Gehalte zu erkennen, um daraus produktionstechnische Maßnahmen abzuleiten [4, 5].

Generell gilt:

- mit der N-Düngung, besonders der letzten N-Gabe steigt der Proteingehalt,
- steigender Ertrag bedingt geringere Proteingehalte (Verdünnungseffekt)

Dazu wurden vielfältige Versuche auf Praxisflächen durchgeführt. Der Bestand wurde nach verschiedenen Düngestrategien geführt und mit dem speziell ausgerüsteten NIR-Mährescher beerntet. Nachfolgend sollen

an charakteristischen Beispielen Effekte verdeutlicht werden, zunächst zum Boden.

Anhand der Daten in *Tabelle 1* wird deutlich, dass gerade Böden mit einem mittleren Sandanteil (Ls-I und SI/S) im Ertrag schwächer sind, im Proteingehalt etwas stärker. Wo die Textur einen größeren Anteil an Schluff und Lehm (U und L) hat, steigen die Erträge deutlich, die Proteingehalte sinken nur gering [6].

Bodenbedingte Unterschiede können durch gezielte teilflächenspezifische Bewirtschaftung ausgeglichen werden, wie beispielhaft ein Versuch des letzten Jahres zeigt. Hier wurde mit Hilfe eines Reflexionssensors die Düngung angepasst: zur 2. und 3. N-Gabe erhielten die guten Bestände weniger und die schlechten mehr Stickstoff. Zur letzten Gabe (Ährengabe) wurden dann verschiedene Strategien miteinander verglichen, so wurden folgende Varianten angelegt:

V1 - keine Ährengabe

V2 - N-Sensor

V3 - konstant, betriebsüblich

V4 - N-Sensor mit Qualitätsgabefunktion

Die letzte Variante weicht von der üblichen Einstellung ab. Der gute, kräftig grüne Bestand erhält hier eine erhöhte N-Menge, um gezielt die Qualität zu fördern.

Die Ergebnisse sind in *Tabelle 2* dargestellt.

Der Verzicht auf die Ährengabe (0-Variante) hat Einbußen bei Ertrag und Qualität zur Folge. Die teilflächenspezifisch angepasste Applikation des Düngers führt zu einer Homogenisierung des Bestandes in Bezug auf Protein und Ertrag. Die Standardabweichung in der konstanten, betriebsüblichen Variante (V3) betrug 2% und in den N-Sensorvarianten (V2) 1% und (V4) 0,76%. Die

Tab. 1: Ertrag & Qualität nach Textur, Winterweizenversuch 2000 Schlag Achterkoppel (Sorte Ritmo), konstante Düngung 227 kg N/ha

Table 1: Yield and quality versus texture, winter wheat trial 2000, field Achterkoppel (variety Ritmo), constant N-fertilisation with 227 kg N/ha

Textur	TI	SI/S	SI	Ls-I	UI/I	I-Lt
Ertrag [dt/ha]	112	100	111	118	129	135
Rohprotein [%]	10,68	11,61	11,00	11,46	10,93	10,53

	Varianten zur Ährengabe			
	V1 (0- Variante)	V2 (N-Sensor)	V3 (konstant)	V4 (N-Sensor QF)
N- Gesamt [kg/ha]	147	196	218	211
<b>Protein [%]</b>				
Maximum	11.68	12.63	13.40	12.70
Mittelwert	10.06	11.50	11.60	11.97
Minimum	8.74	10.68	9.37	11.19
Standardabweichung	1.48	0.98	2.02	0.76
<b>Ertrag [dt/ha]</b>				
Maximum	102	116	117	117
Mittelwert	78	86	87	98
Minimum	59	66	54	63
Standardabweichung	22	25	31	27

Tab. 2: Ergebnisse des Ährengabeversuchs mit angepasster N-Düngung, Schlag Holzkoppel 2002, Sorte Ritmo

Table 2: Results of last site-specific N-application (ear complete) trial, field Holzkoppel 2002, variety Ritmo

N-Sensordüngung mit Qualitätsfunktion erzielte die höchsten Erträge (+10 dt/ha) und höchsten Proteingehalte (+0,4%). Also steigert die letzte Gabe Qualität und Ertrag, eine Verdünnung bleibt aus. Diesem Phänomen wird in weiteren Versuchen nachgegangen.

Die teilflächenspezifischen Unterschiede in Ertrag und Qualität sind durch den Boden

bedingt: Sie können durch eine gezielte teilflächenspezifische N-Düngung verringert werden. Außerdem deutet sich eine Homogenisierung von Ertrag und Qualität an. Besonders interessant erscheint die gezielt erhöhte Qualitätsgabe. Diese Ergebnisse gilt es 2003 zu verifizieren und durch zusätzliche Fragestellungen (nach Sorteneinfluss und Düngetermin) zu erweitern.

## 1st Wageningen Field Robot Event 2003

Um den ausgeprägten High-tech Charakter der aktuellen Forschung und Entwicklung in der Agrartechnik in der jungen Bevölkerungsschicht besser bekannt zu machen, wurde an der Universität Wageningen eine spezielle Veranstaltungsform konzipiert. Studenten an Fachhochschulen und Universitäten in ganz Europa wurden eingeladen, ein kleines selbstständig navigierendes Fahrzeug für den Feldeinsatz (*Field Robot*) zu bauen und dessen Leistung im direkten Vergleich mit konkurrierenden Teams in einem Maisfeld zu messen. Obwohl die Einladung erst Ende Januar erfolgte, waren acht Studententeams in der Lage, am 5. und 6. Juni mit einer Eigenkreation nach Wageningen zu kommen. Vertreten waren neben der Universität Wageningen die Hogeschool van Amsterdam, AGRO Montpellier, KVL Kopenhagen und die Universität Hohenheim. Neben den Studententeams waren auch Wissenschaftler eingeladen, welche sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung autonomer Feldfahrzeuge beschäftigen. Obwohl mehrere Forschergruppen ihre Teilnahme zugesagt hatten, war letztendlich allein Prof. Simon Blackmore in der Lage mit seinem *iRobot* am Wettbewerb teilzunehmen.

Da nicht nur das technische Resultat bewertet werden sollte, sondern auch die Fähigkeit zur publikumswirksamen Darstellung, wurde am Vortag des Wettkampfes eine Ausstellung - die *Field Robots fair* - organisiert. Hier präsentierte jedes Team seine Entwicklung und deren Entstehungsge-

schichte auf einem Messestand, wobei die Skala der eingesetzten Medien vom Poster bis zur geschickt inszenierten Multimedia-show reichte.

Der eigentliche Wettkampf fand auf einem Maisfeld statt, das in Parzellen zu je zehn Reihen mit 15 m Länge und 2 m Vorgewende unterteilt war. Die Basisaufgabe bestand darin, die Reihen einer Parzelle mit den zugehörigen Wenden abzufahren. In einer zweiten Aufgabe war das Vorgewende um 20% geneigt und für die dritte Aufgabe wurde die Parzelle bis zur Sättigung bewässert. Erstaunlich war die Kreativität der Studenten, welche sich bereits in den Namen der Vehikel äußerte, wie etwa *corn2Bwild* - ein Gefährt dessen längsgeteiltes Fahrgestell eine bemerkenswerte Geländegängigkeit erlaubte. Sieger wurde das Team der Universität Hohenheim mit *ISAAC*, dessen Raupenfahrwerk neben einer hohen Geschwindigkeit auch stabile Lenkeigenschaften aufwies. Zur Navigation dienten seitlich angebrachte Infrarotsensoren, mit welchen das Fahrzeug in der Mitte der Gasse gehalten werden konnte. Ein ausbleibendes Abstandssignal zeigte das Reihenende an, worauf eine blinde Wende erfolgte, deren Ablauf zuvor empirisch optimiert wurde.

Bewertet wurde neben der technischen Leistung auch die Kosten der Konstruktionen. Hierbei zeigte sich eine weite Spanne der Investitionskosten zwischen 100 und 3000 €, wobei es allen Teams gelang, Sponsorengelder einzuwerben oder verbilligte

## Literatur

- Bücher sind durch • gezeichnet
- [1] • Ludowicy, C., R. Schwaiberger und P. Leithold: Precision Farming Handbuch. DLG Verlag, 2002
  - [2] Isensee E., P. Böttche und J. Rademacher: Aktuelle Entwicklungen zur Messung von Ertrag und Qualität pflanzlicher Produkte bei der Ernte. Hochschultagung der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, Heft 100, 2001
  - [3] Rademacher, J.: Messsysteme für den Proteingehalt während des Mähdrusches. Landtechnik, 57 (2002), H. 6, S.
  - [4] • Erekul O.: Einfluss langjährig differenzierter Düngung auf Ertrag und Qualität von Winterweizen und Sommergerste. 2000
  - [5] • Sturm, H., A. Buchner und W. Zerulla: Gezielter Düngen, 1994
  - [6] • Reimer, G.: Spektrale Naherkundung und Ertragskartierung als Basis von digitalen Hof-Bodenkarten im Präzisen Landbau. 2003



ISAAC aus Hohenheim konnte den Wettbewerb für sich entscheiden  
Foto Schutte

Bauteile zu erhalten. Die Bauzeit lag bei sechs bis acht Wochen. Die meisten Teams konnten ihre Aktivitäten als Projektarbeit im Studium integrieren und erhielten dafür Studienpunkte.

Wie eine Umfrage unter den Teilnehmern ergab, wurde der Lerneffekt von den Studenten und begleitenden Dozenten sehr positiv beurteilt. Die Realisierung einer Entwicklung von der ersten Idee bis zum funktionsfähigen Produkt fördert neben dem Fachwissen auch Fertigkeiten wie Teamarbeit, Mitteleinwerbung, Budgetkontrolle, Kommunikation und Präsentation.

Eindrücke vom *Wageningen Field Robot Event 2003* vermittelt die Internetseite [www.fieldrobot.nl](http://www.fieldrobot.nl). Aufgrund der guten Erfahrungen soll der Konstruktionswettbewerb zum jährlichen Ereignis werden. Das nächste Datum steht bereits fest: Field Robot Teams sind am 17. und 18. Juni 2004 herzlich willkommen in Wageningen.

Prof. Dr. Joachim Müller  
Joachim.mueller@wur.nl