

## **6.2 Methoden zur Ableitung von Aufwands-Ertragsrelationen als Grundlage für die Entscheidungsfindung in der integrierten Führung heterogener Pflanzenbestände (TP 9)**

### **Methods for the deduction of yield response functions as basis for decision making in the management of heterogeneous crops**

Werner, A.; Schwarz, J.

#### **6.2.1 Extended Summary**

Precision Farming in the context of the information driven crop production can only be done reasonably when different measures are performed in a coordinated and integrated way. The knowledge of the responses of the final yield on varying inputs (input to yield relations) is an important basis for economic driven decision making in crop production. A key issue of the subproject 9 is the deduction of such expenditure to yield relations under practical conditions.

Field experiments were carried out in the year 2005 on the two project farms WIMEX and Täger-Farny. These field experiments were also used by the subprojects 3, 4 and 11. As an example a field trial in winter wheat on the field 231 (so called Pfingstbreite) will be presented in this report. Basic site information and yield maps for this field are available from the previous project *pre agro I*. The field is divided through preselection by the farmer in three different yield zones, good, average and low.

The field trial on field 231 has strip plots, large scale plots and small scale plots. Objective of this design is to study the scale effect of treatment plots onto the ability to derive response functions. Small scale plots are in favour from scientific perspective and experimental data collection, large scale plots can be managed with the equipment of the farmers. At the strip plots four different nitrogen systems were established: a constant system, a mapping approach, a sensor approach and a hybrid approach, the last combining the sensor with the mapping approach. All systems were treated with two different fungicide systems, constant and sensor based. The applied nitrogen in 2005 is about 174 to 187 kg nitrogen per hectare for all nitrogen systems, except the mapping approach with about 155 kg nitrogen per hectare.

At the small and big scale plots seven different nitrogen systems, with a range from 30 up to 210 kg nitrogen per hectare were established.

The yield of the different stripe plot experiments is strongly depending on the yield zones. In each nitrogen system the yield in the "low" yield zone is the least, the yield in the "good" yield zone is the best. So in the year 2005 the yield zone was a main factor for decision making in nitrogen application.

The big scale plots yield most with the third nitrogen system (G3), with a total of 90 kg nitrogen per hectare, given in three equal dressings.

The small scale plots show inhomogeneous results, but the yield zones have also a strong effect.

## 6.2.2 Problemstellung

a) aus fachwissenschaftlicher Sicht

Die teilflächenspezifische Bewirtschaftung von Ackerschlägen, das Precision Farming, kann im Rahmen der informationsgeleiteten Pflanzenproduktion nur dann sinnvoll durchgeführt werden, wenn die unterschiedlichen Bestandesführungsmaßnahmen der Pflanzenproduktion in ihren Ausprägungen aufeinander abgestimmt sind. Um die Entscheidungen der Bestandesführung optimal aufeinander abstimmen zu können, ist es nötig, die Wirkungsweise der teilflächenspezifischen Maßnahmen auf den potentiellen Ertrag zu kennen. Die Kenntnis der Aufwand-Ertragsrelationen ist deshalb von entscheidender Bedeutung für die Entscheidungsfindung.

Die Ableitung dieser Aufwand-Ertragsrelationen ist ein Kernziel des Teilprojektes 9 der integrierten Bestandesführung. Hierbei ist zu untersuchen mit welchen Methoden und mit welcher Genauigkeit solche Aufwand-Ertragsrelationen unter praktischen Bedingungen zu ermitteln sind. Aus der Literatur (z.B. TOMPKINS et al. 1991) sind Beispiele für Produktionsfunktionen in Abhängigkeit der Aussaatdichte und den Ertragsbedingungen bekannt (vgl. Abbildung 48).

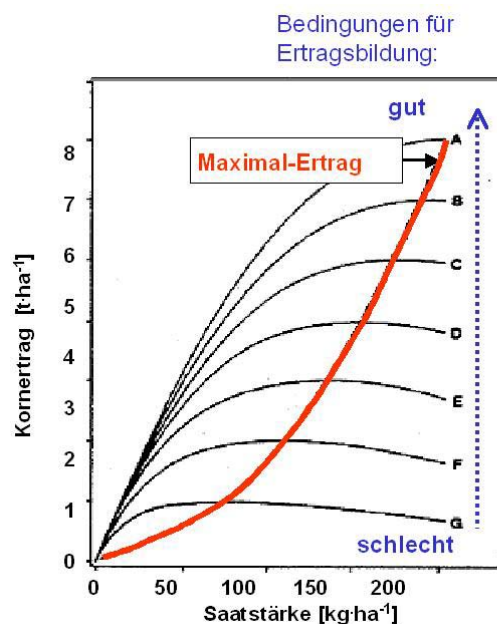


Abbildung 48: Schema zur Ableitung von Produktionsfunktionen als Aufwands-Ertragsrelationen bei unterschiedlicher Standortgüte (Quelle: TOMPKINS et al. 1991, modifiziert)

Figure 48: Scheme in deriving production functions as yield responses on varying inputs on different site qualities (Source: TOMPKINS et al. 1991, adapted)

Dabei zeigt sich, dass der Produktionsfaktor Aussaatmenge einen großen Einfluss auf den zu erzielenden Ertrag hat. Jedoch spielten die generellen Ertragsbedingungen eine ebenfalls nicht zu unterschätzende Rolle. Die Berücksichtigung dieser Standorteigenschaft ist ein zentrales Element für die Bestimmung von Aufwand-Ertragsrelationen.

b) aus Sicht des Gesamtprojektes

Das Teilprojekt (TP) 9 führt, unterstützt von den Betriebsbetreuern, Feldversuche auf den beiden landwirtschaftlichen Betrieben WIMEX und Täger-Farny durch. Für Details der Feldversuchsbetreuung wird auf das Kapitel 7.5 verwiesen. Die Versuchsanordnung und die resultierenden Daten der Feldversuche dienen, neben dem TP 9, auch den Teilprojekten 3 (Wirtschaftlichkeit des Precision Farming im Gesamtbetrieb), 4 (Naturschutzfachliche Bedeutung des Precision Farming) und 11 (Betriebliche On-Farm Experimente im Precision Farming) als Basis ihrer Fragestellungen und werden bei diesen Teilprojekten wieder aufgegriffen. Durch die Personalunion des TP 9 Bearbeiter und Projektkoordinators der Projektbereiche 3 und 4, ist eine umfassende Kenntnis der Versuchsdurchführungen und Ansprüche der anderen Teilprojekte gewährleistet. Für detailliertere Darstellungen wird auf die Kapitel 7.3 und 7.5 verwiesen.

### 6.2.3 Bearbeitungsgegenstände und verwendete Methoden

Die Feldversuche wurden im Jahr 2005 in den Kulturarten Winterweizen und Stärkekartoffeln auf dem Betrieb WIMEX auf jeweils zwei Schlägen je Kulturart und in Winterweizen auf dem Betrieb Täger-Farny ebenfalls auf zwei Schlägen durchgeführt.

Als Beispiel wird der Schlag 231 (Pfingstbreite) des Betriebes WIMEX herausgegriffen. Bei der Anlage der Feldversuche auf diesem Schlag lagen bereits Vorinformationen zur Schlagheterogenität, z.B. EM-38 Messungen aus *pre agro I*, vor. Ebenfalls waren die durch den Betriebsleiter festgelegten Ertragszonen des Schlages, „gut“ – „mittel“ – „niedrig“, bekannt (vgl. DOHMEN 2004). Die Zone „niedrig“ ist mit der Nummer 1, die Zone „mittel“ mit der Nummer 2 und die Zone „gut“ mit der Nummer 3 versehen. Das Versuchsdesign wurde so gewählt, dass möglichst alle Versuchsglieder in allen Ertragszonen prozentual gleich verteilt sind.

Bei Winterweizen wurde ein Systemvergleich von Düngersystemen durchgeführt und die Übertragbarkeit von Parzellenversuchen auf Großflächen getestet. Im Rahmen der informationsgeleiteten Pflanzenproduktion wurden folgende Düngersysteme als wesentlich eingestuft:

- **Konstante Düngung:** die Düngung erfolgt nach Vorgaben des Betriebsleiters, oder einer Beratungsorganisation. Es liegen keine aktuellen Informationen über den Standort (Bodenkarte) oder den aktuellen Pflanzenbestand vor. Dieses Düngersystem stellt den Standard auf vielen Betrieben dar.
- **Zonen:** der Schlag ist in drei Zonen bezüglich seiner Ertragsfähigkeit eingeteilt. Die Höhe der Düngergaben wird durch die historische Ertragsfähigkeit dieser Zonen bestimmt, z.T. werden noch Fernerkundungsinformationen hinzugezogen. Dieses Düngersystem wird als mapping approach betrachtet.
- **Sensor:** der aktuelle Pflanzenbestand, hier der N-Bedarf (Messung durch Yara N-Sensor) beeinflusst die Höhe der Stickstoffdüngung, sofern ein gewisses Entwicklungsstadium erreicht ist. Sofern bei der ersten Düngergabe dieses Entwicklungsstadium noch nicht erreicht ist, erfolgt eine alternative Festlegung der ersten Gabe. Dieses Düngersystem wird als Online approach betrachtet.
- **Hybrid:** dieses Düngersystem koppelt den Einsatz des Yara N-Sensors, also aktuelle Bestandesinformationen, mit der Verwendung einer Karte, also Bodeninformationen. Es wird

somit erreicht, dass der Sensor eine weitere Informationsebene erhält. Sofern bei der ersten Düngergabe ein entsprechendes Entwicklungsstadium noch nicht erreicht ist, erfolgt eine alternative Festlegung der ersten Gabe.

Diese Düngungssysteme wurden als klassische Streifenversuche angelegt. Die Düngungsversuche in Winterweizen wurden durch einen Fungizidversuch untersetzt. Dazu wurden die einzelnen Düngungssysteme so angelegt, dass diese in 2 Fungizidvarianten aufgeteilt werden konnten. Folgende Varianten wurden appliziert:

- **Konstante Fungizidapplikation (KF):** die Applikation erfolgt nach dem betriebsüblichen Verfahren.
- **Sensor Fungizidapplikation (SF):** Die Fungizidapplikation basiert auf der erfassten Biomasse des Yara Sensors. Die Menge des Fungizids wird entsprechend der Biomasse variiert. Bei viel Biomasse wird mehr, bei geringer Biomasse weniger appliziert. Hintergrund ist die Annahme, dass die zu benetzende Fläche je nach Biomasse ausgestaltet ist und somit die Fungiziddosis variiert werden kann. Die Menge an fungizidem Wirkstoff je Blattfläche soll so konstant bleiben. Die Spanne der Zu- bzw. Abschläge wird in diesen Versuchen auf +/- 40 % festgelegt.

Neben den klassischen Streifenversuchen wurden auch Großparzellen und Kleinparzellen auf dem Schlag angelegt. Zur Hierarchie der unterschiedlichen Versuchsglieder siehe Abbildung 49.

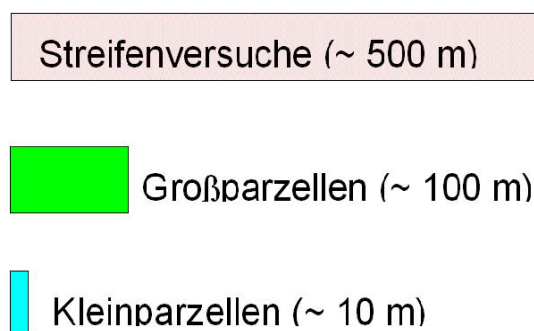


Abbildung 49: Räumliche Hierarchie und Länge der Versuchsglieder auf dem Schlag 231 (Pfungstbreite) in 2005

Figure 49: Spatial hierarchy and length of the experiments on field 231 (called Pfungstbreite) in 2005

Die **Großparzellen** wurden in sieben Stickstoffstufen (G1 bis G7) eingeteilt. Es wurde lediglich die Stickstoffversorgung der Bestände manipuliert, die restlichen Bestandesführungsmaßnahmen erfolgten betriebsüblich, es wurde also auch auf eine Variation der Fungizidmenge verzichtet. Auf dem Schlag 231 wurden 35 Großparzellen eingerichtet.

Mit den Großparzellen wird auch die Übertragbarkeit von Kleinparzellen auf die Fläche abgeprüft.

Die **Kleinparzellen** bilden dieselben Stickstoffstufen wie die Großparzellen ab (N1 bis N7). Die Anlage der Kleinparzellen folgt dem klassischen Feldversuch. Die Applikation des Stickstoffs erfolgte mit Betriebstechnik, deshalb wurden die Stickstoffstufen nebeneinander angelegt und die sechs Wiederholungen hintereinander. Die Beerntung der Kleinparzellen erfolgt mittels eines

Parzellendreschers der Forschungsstation Müncheberg des ZALF. Sechs Kleinparzellen wurden auf Schlag 231 angelegt.

Den tatsächlich realisierten Versuchsaufbau auf dem Schlag 231 (Pfungsbreite) zeigt die Abbildung 50, das Design der auf diesem Schlag angelegten Kleinparzellenblöcke wird in Abbildung 51 dargestellt.

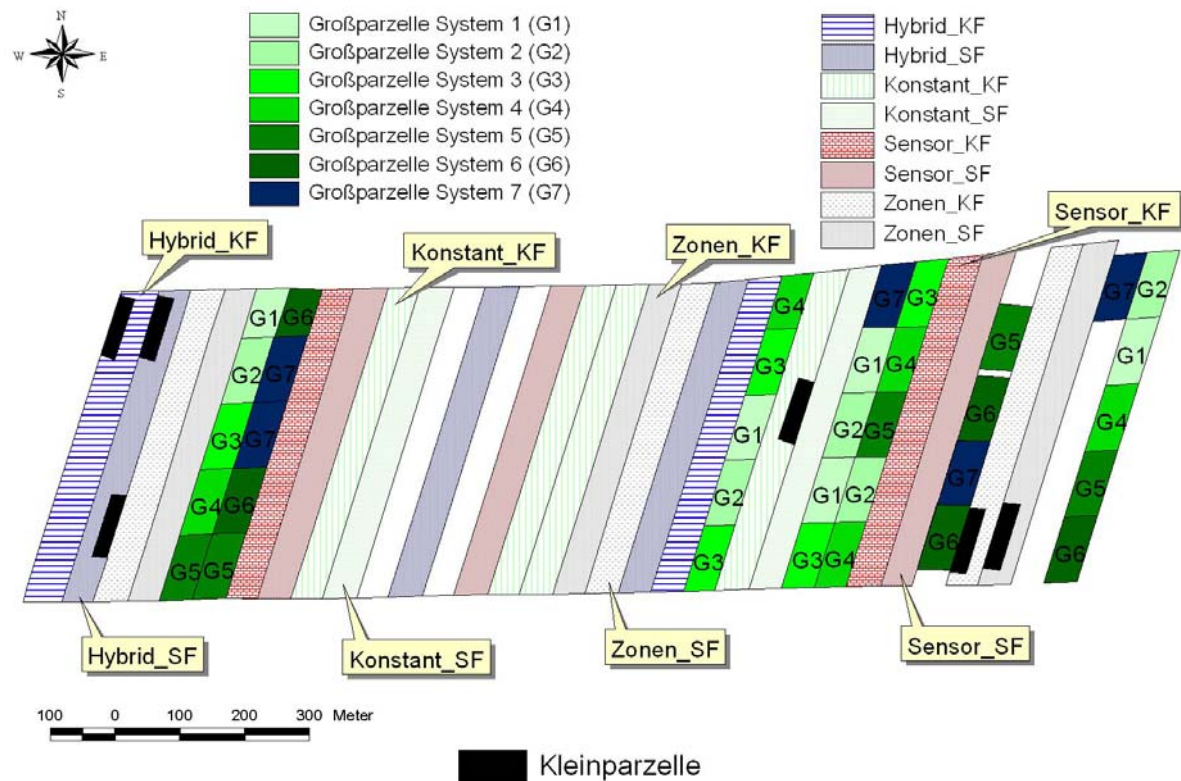


Abbildung 50: Versuchsanlage auf dem Schlag 231 (Pfungsbreite)

Figure 50: Design of the field trial on the field 231 (called Pfungsbreite)

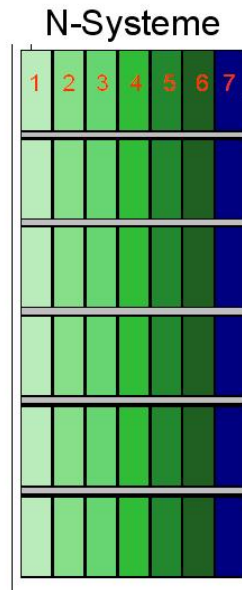


Abbildung 51: Kleinparzellendesign, sieben N-Systeme mit jeweils 6 Wiederholungen

Figure 51: Design of small scale plots, seven nitrogen system with 6 replications

Die Datengewinnung der Versuchsschläge wurde während der Vegetation mit Fernerkundungsverfahren (vgl. Kapitel 5.3) unterstützt. Das nötige Ground-truthing und weitere Monitoringarbeiten wurden, mit den Monitoringarbeiten von PB 3 abgestimmt, vom TP 9 und unterstützt durch Mitarbeiter des Instituts für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie des ZALF durchgeführt.

Während der Vegetation erfolgten mit dem Yara N-Sensor (vgl. z.B. SCHWAIBERGER 2004) Überfahrten in verschiedenen Scanmodi. Diese wurden mittels CropMeter Messungen (vgl. z.B. EHLERT 2004) ergänzt.

Kurz vor der Ernte wurden zusammen mit dem Teilprojekt 3 und der Betriebsbetreuerin von WIMEX Pflanzenproben für Proteinmessungen genommen.

Während der Ernte der Schläge wurden von jedem Hänger Proben genommen und mittels des Analysegerätes *Foss Infratec 1241 Grain Analyzer* auf den Proteinwert und Feuchtegehalt analysiert. Bei den sechs Kleinparzellen wurde jedes Versuchsglied, d.h. jede der sieben Stickstoffstufen und sechs Wiederholungen je Kleinparzelle, mittels des Analysegerätes untersucht.

Das Versuchsdesign der übrigen Schläge wurde im Projektinformationssystem *premis* abgelegt, bzw. den Teilprojekten direkt per E-Mail zugesandt.

#### **6.2.4 Ergebnisse im Jahr 2005 und ihre Diskussion**

Auf dem Schlag 231 wurde die Stickstoffgabe der Streifenversuche und der Großparzellen auf drei Termine aufgeteilt, 30.03.05, 29.04.05 bis 01.05.05 und 19.05 bis 27.05.05. Die Düngung der Kleinparzellen erfolgte terminlich im Anschluss daran, Düngergaben über 60 kg N/ha wurden aufgeteilt und als a.) und b.) Gabe appliziert.

Nachfolgende Tabelle 16 sowie Tabelle 17 geben die ausgebrachten N-Mengen wieder.

Tabelle 16: Stickstoffmenge (kg N/ha) der Klein (N)- und Großparzellenversuche (G) in 2005

Table 16: Applied nitrogen (kg N/ha) of small scale and large scale plots in 2005

N-System	N/G 1	N/G 2	N/G 3	N/G 4	N/G 5	N/G 6	N/G 7
<b>1. N-Gabe</b>	0	30	30	30	30	60	60
<b>2. N-Gabe</b>	30	30	30	60	90	90	90
<b>3. N-Gabe</b>	0	0	30	30	30	30	60
<b>Summe N-Gabe</b>	30	60	90	120	150	180	210

Tabelle 17: Stickstoffmenge (kg N/ha) der Streifenversuche, Werte in Klammern bei Zonen geben die Menge der 1., 2. und 3. Zone an, Werte in Klammern bei Sensor und Hybrid geben die minimale und maximale Menge an

Table 17: Applied nitrogen (kg N/ha) of strip plots, values in brackets at "Zonen" are the nitrogen amount for the yield zones 1 (bad), 2 (average) and 3 (good), values in brackets at "Sensor" and "Hybrid" are the minimal and maximal amount

	1. N-Gabe	2. N-Gabe	3. N-Gabe	Summe
<b>Konstant, KF</b>	50	100	30	180
<b>Konstant, SF</b>	50	100	30	180
<b>Zonen, KF</b>	50 (45-50-55)	75 (82-75-67)	30	155
<b>Zonen, SF</b>	51 (45-50-55)	73 (82-75-67)	30	154
<b>Sensor, KF</b>	50	40 (20 - 86)	84 (60 - 108)	174
<b>Sensor, SF</b>	50	42 (20 - 86)	83 (66 - 114)	175
<b>Hybrid, KF</b>	50	39 (6 - 74)	95 (70 - 122)	184
<b>Hybrid, SF</b>	50	47 (6 - 86)	90 (66 - 122)	187

Der erste Teil des Schlags 231 wurde am 02.08.05 geerntet, der zweite Teil vom 11.08.05 bis zum 12.08.05. Die Kleinparzellen wurden vom 17.08.05 bis zum 22.08.05 geerntet. Die Ernte konnte im Jahr 2005 aufgrund einer außergewöhnlich feuchten und unbeständigen Witterung im Sommer erst relativ spät erfolgen. Um den Schlag 231 zügig zu beernten, wurden mehrere Mähdrescher eingesetzt, z.T. auch welche ohne Feuchtemesssysteme bei der Ertragskartierung. Dadurch wurde die Auswertung der Ertragsdaten erschwert. Bei der Ertragsauswertung zeigte sich in einigen Druschspuren eine gewisse Streifigkeit der Erträge, die keinem Muster (Boden etc.) zugeordnet werden konnte. Es ist davon auszugehen, dass hier technische Gründe vorliegen und somit die Aussagekraft der Ergebnisse gemindert wird.

Zur Auswertung der Ertragsdaten kamen nur die Mähdrescher mit Feuchtemesssystem bei der Ertragskartierung. Der Befall mit pilzlichen Schaderregern im Jahr 2005 war relativ gering, vgl. Kapitel 6.4 und 6.5. Daher sind Aussagen über den Vergleich der beiden Fungizidvarianten (KF und SF) nur eingeschränkt möglich. Bei der Auswertung der Erträge wurden die unterschiedlichen

Ertragszonen berücksichtigt, auf dem Schlag 231 sind 18,8 % des Schlags der Ertragszone 1 (niedrig), 32,5 % der Ertragszone 2 (mittel) und 48,7 % der Ertragszone 3 (gut) zugeordnet.

Tabelle 18: Ertrag (kg/ha) der Dünungssysteme der Streifenversuche

Table 18: Yield (kg/ha) of the different nitrogen system at the stripe plots

System	Ertragszone	Anzahl Ertragspunkte	Ertrag			
			Mittelwert	Maximum	Minimum	Std.abweichung
Zonen, KF	1	111	5.765	9.829	4.001	1.048
	2	678	7.712	9.240	3.750	1.012
	3	440	8.096	9.438	4.444	751
Zonen, SF	1	276	5.345	8.223	3.396	1.026
	2	386	7.573	9.170	4.728	836
	3	832	8.123	9.311	5.575	678
Konstant, K	1	288	5.724	8.589	3.728	986
	2	587	8.109	11.676	5.102	960
	3	1.658	8.422	9.664	4.640	603
Konstant, SF	1	147	4.728	6.447	3.833	579
	2	519	7.310	8.653	3.821	901
	3	508	7.959	11.204	5.816	836
Sensor, KF	1	178	4.820	6.005	2.667	506
	2	389	6.975	9.167	3.866	894
	3	571	8.048	10.347	4.221	794
Sensor, SF	1	80	4.950	7.968	3.563	1.078
	2	512	7.186	9.709	3.241	1.289
	3	1.172	8.293	9.626	5.409	687
Hybrid, KF	1	76	7.315	10.658	5.578	1.054
	2	373	8.442	12.864	6.040	1.227
	3	347	8.804	14.201	5.949	1.506
Hybrid, SF	1	9	5.908	6.547	4.417	810
	2	538	7.853	9.058	5.441	641
	3	688	8.147	9.385	6.298	541

Der prägende Einfluss der Ertragszonen wird in Tabelle 18 deutlich. Bei jedem Dünungssystem ist der Ertrag der Ertragszone 1 am geringsten, der Ertrag der Ertragszone 3 am höchsten. Insofern war im Jahr 2005 die Berücksichtigung der Ertragszonen bei der Entscheidungsfindung zur Stickstoffdüngung auf dem Schlag 231 ein wichtiger Faktor.

Beim Vergleich der Erträge der Groß- und Kleinparzellen zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den Streifenversuchen, auch hier sind die Erträge der Ertragszonen innerhalb der unterschiedlichen Düngergaben hierarchisch von Zone 1 nach Zone 3 steigend geordnet. Jeweils zwei Kleinparzellen liegen dabei immer in einer der drei Ertragszonen.

Bei den Großparzellen wird bei der dritten Dünungsstufe (G3), also 90 kg/ha N, in drei Gaben zu jeweils 30 kg/ha N, der höchste Ertrag als Mittelwert aller drei Ertragszonen erzielt.

Bei den Kleinparzellen zeigt sich ein sehr inhomogenes Bild. Die Ertragszonen überprägen hier auch wieder stark den Einfluss der Stickstoffdüngung. Die Steigerungen der Stickstoffdüngung bewirken in der guten Ertragszone (Zone 3) und mittleren Ertragszone (Zone 2) teilweise einen leichten Anstieg

des Ertrages. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die sechs Kleinparzellen (Nummerierung aufsteigend von West nach Ost und Nord nach Süd, vgl. Abbildung 50), als Mittelwert der Erträge aller Wiederholungen der jeweiligen Stickstoffstufe (N1 bis N7, vgl. Tabelle 16). Die Kleinparzellen in den besseren Ertragszonen (KP 1 und 2 und teilweise KP 3) zeigen deutlich höhere Erträge, als die Kleinparzellen in den schlechteren Ertragszonen (KP 4 bis 6).

Tabelle 19: Durchschnittserträge der Kleinparzellen in t/ha (14 % Feuchte)

Table 19: Mean yield of small scale plots t/ha (moisture 14 %)

	1. KP	2. KP	3. KP	4. KP	5. KP	6. KP
N1	8,95	9,31	9,40	6,83	4,78	4,66
N2	10,47	9,64	9,91	6,68	4,93	4,69
N3	10,52	9,26	10,14	6,64	5,16	4,88
N4	10,63	9,49	10,31	6,70	4,94	4,83
N5	10,49	9,42	9,78	6,25	4,64	4,55
N6	11,28	9,08	10,17	6,52	4,67	4,61
N7	11,12	9,11	10,22	6,61	4,73	4,59

Die Daten der übrigen Schläge wurden den Teilprojekten direkt per E-Mail zugesandt und sind im *premis* verfügbar.

Die noch ausstehende statistische Auswertung der drei Versuchsanlagen (Kleinparzellen, Großparzellen, Streifenversuche, s. Abbildung 50) erfolgt mit dem Ziel, die Aussagegüte der verschiedenen Anlagen zu ermitteln. Die Ermittlung der Produktionsfunktionen sollte dabei im Betrieb, d.h. mit der dort vorhandenen Großtechnik durchgeführt werden können. Ob dies in gleicher Güte wie mit der traditionellen Kleinparzellenanlage von Versuchsstationen möglich ist, kann bei den vorliegenden Ergebnissen noch nicht beurteilt werden. Neben weiteren Analysen am vorhandenen Datenmaterial sind zudem weitere Daten (Jahre, Orte) erforderlich.

### 6.2.5 Soll-Ist-Vergleich mit den im Projektantrag angestrebten Ergebnissen bzw. vorgesehenen Meilensteinen

Aufgrund von technischen Schwierigkeiten auf den beiden Praxisbetrieben konnten im Jahr 2005 nicht alle geplanten Feldversuche erfolgreich abgeschlossen werden. Die ursprünglich vorgesehenen Feldversuche zu der Kulturart Zuckerrüben wurden nach Erörterung mit den Leitern der Projektbetriebe nicht durchgeführt, da pflanzenbauliche Maßnahmen der Bestandesführung seitens der aufnehmenden Hand (Zuckerindustrie) vorgegeben sind und die verbleibenden Spielräume für den Einsatz von Precision Farming zu gering erscheinen.

Die begonnenen Arbeiten im Jahr 2005 erlauben eine erste Erarbeitung von regions-, standorttyp- und teilflächenspezifischen Produktionsfunktionen.

Für das geplante Entscheidungsunterstützungssystem zur ortsdifferenzierten Bestandesführung wurden grundlegende Prinzipien aus Literatur und den Arbeiten von *pre agro I* erarbeitet und werden schrittweise auf den Projektbetrieben erprobt bzw. für Entscheidungshilfen zusammengestellt.

### **6.2.6 Geplante nächste Arbeitsschritte**

Insbesondere die statistische Auswertung der im Jahr 2005 erhobenen Daten wird fortgesetzt und soll bis zum Statusseminar abgeschlossen sein.

Die Feldversuche werden im Jahr 2006 weitergeführt und intensiviert. Eine Ausdehnung auf weitere Kulturarten, z.B. Körnermais ist geplant. In Wintergetreide und Winterraps wurden Ende 2005, in Zusammenarbeit mit dem TP 3 Aussaatversuche und Versuche zur Grunddüngung angelegt.

Das weitere Versuchsprogramm für 2006 wird sich an dem des Jahres 2005 orientieren. Auf dem Betrieb Täger-Farny hat sich die Möglichkeit einer Kooperation mit der Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (IGLU) ergeben. Die Fragestellung wird sich um den Einsatz von Precision Farming in Wasserschutzgebieten drehen.

Die Auswertung hinsichtlich der Erarbeitung von Produktionsfunktionen wird mit den erweiterten Datensätzen anderer Projekte bzw. Experimente fortgeführt.

Erste Ergebnisse des Teilprojektes werden auf der 8. International Conference on Precision Agriculture präsentiert.

### **6.2.7 Erkenntnisse aus den Arbeiten des Jahres 2005 für das Anliegen des Projektbereiches bzw. aus Sicht des Gesamtprojektes**

Das Anlegen zentraler Versuchsschläge für möglichst viele Teilprojekte des gesamten Verbundes hat sich im Jahr 2005 bewährt. Das erarbeitete Versuchsdesign und die gewonnenen Daten konnten von mehreren Teilprojekten genutzt und so integrative Ergebnisse erzielt werden. So hat u.a. das TP 4 auf dem Schlag 231 Monitoringuntersuchungen durchgeführt (vgl. Kapitel 6.6). TP 11 nutzt die dort erhobenen Daten für die Erstellung des Onfarm-Handbuchs (vgl. Kapitel 6.3).

Vom TP 3 werden die Daten aus den Feldexperimenten zur ökonomischen Bewertung von Verfahren des Precision Farming genutzt (vgl. Kapitel 7.1).

Die Ansprüche der Teilprojekte an die Feldversuche des Jahres 2006 erfordern eine noch intensivere Abstimmung der Feldexperimente. Hierzu wurde für 2006 ein Feldversuchsführer für die Betriebe erstellt, der die Bedürfnisse der Teilprojekte für den gesamten Verbund (Teilprojekte, Projektkoordination, Betriebe, Betriebsbetreuer) transparent darstellt (s. Kapitel 7.5). Der längere Vorlauf des Jahres 2006 im Vergleich zu 2005 hilft auch, evtl. Unklarheiten frühzeitiger anzusprechen und zu klären.

### **6.2.8 Literatur**

DOHMEN, B. (2004): Ausweisung von Ertragszonen mit der Maximum-Likelihood-Methode, In: HUFNAGEL, J., HERBST, R., JARFE, A., WERNER, A. [Hrsg.] 2004: Precision Farming. Analyse, Planung, Umsetzung in die Praxis. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH Münster, KTBL-Schrift 419, S. 3.2-87-3.2.-89

EHLERT, D. (2004): Erfassung der Pflanzenmasse mit dem Pendelsensor In: HUFNAGEL, J., HERBST, R., JARFE, A., WERNER, A. [Hrsg.] 2004: Precision Farming. Analyse, Planung, Umsetzung in die Praxis. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH Münster, KTBL-Schrift 419, S. 3.2-95-3.2.-98

SCHWAIBERGER, R. (2004): Abschätzung der N-Versorgung von Beständen mit dem Hydro N-Sensor,  
In: HUFNAGEL, J., HERBST, R., JARFE, A., WERNER, A. [Hrsg.] 2004: Precision Farming. Analyse,  
Planung, Umsetzung in die Praxis. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH  
Münster, KTBL-Schrift 419, S. 3.2-91-3.2-93

TOMPKINS, D.K., HULTGREEN, G.E., WRIGHT, A.T. & FOWLER, D.B. (1991): Seed rate and row  
spacing of no-till winter wheat. AGRONOMY JOURNAL. 83 (4), S. 684–689.

**Anschrift der Autoren:**

Dr. Armin Werner  
Dr. Jürgen Schwarz  
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung  
Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie  
Eberswalder Straße 84  
15374 Müncheberg  
Telefon: 033432/82-310, -423  
Telefax: 033432/82387  
E-Mail: awerner@zalf.de  
jschwarz@zalf.de