

Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues
der Technischen Universität München

**Bewertung von Precision Farming
dargestellt am Beispiel der teilflächenspezifischen
Stickstoffdüngung**

Markus Gandorfer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Agrarwissenschaften (Dr. agr.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. H. Auernhammer

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. A. Heißenhuber
2. Univ.-Prof. Dr. P. Wagner,
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Die Dissertation wurde am 07.12.2005 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 13.04.2006 angenommen.

Vorwort

Nach Abschluss meiner Dissertation möchte ich allen herzlich danken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben:

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Alois Heißenhuber für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Arbeit als Doktorvater, für seine Hinweise und Anregungen, aber vor allem für seine Förderung und Unterstützung und den gewährten Freiraum.

Herrn Dr. Andreas Meyer-Aurich für die freundschaftliche Betreuung, Unterstützung und Motivation während der gesamten Zeit meiner Promotion. Ich hoffe wir werden noch einige gemeinsame Projekte zusammen bearbeiten!

Herrn Prof. Dr. Auernhammer, den Sprecher der DFG Forschergruppe IKB-Dürnast für seinen unermüdlichen und engagierten Einsatz für das IKB-Projekt sowie für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Herrn Prof. Dr. Peter Wagner für die wichtigen Hinweise und Anregungen zu meiner Arbeit sowie für die Übernahme des Koreferats.

Herrn Dr. F.X. Maidl für die Überlassung von zahlreichem Datenmaterial.

Der DFG für die Förderung des Teilprojektes ‚Ökonomisch/ökologische Bewertung von Precision Farming‘ innerhalb der Forschergruppe IKB-Dürnast.

Danken möchte ich auch allen Kolleginnen und Kollegen am Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues sowie den Mitgliedern der DFG Forschergruppe IKB-Dürnast für eine erlebnisreiche und bereichernde Zeit.

Nicht zuletzt gehört mein außerordentlicher Dank meiner Familie.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	AUFBAU UND ZIELE DER ARBEIT	4
2.1	Aufbau	4
2.2	Ziele	4
3	STAND DER FORSCHUNG	6
3.1	Ökonomische Auswirkungen von Precision Farming	6
3.2	Auswirkungen von Precision Farming auf die Umwelt.....	14
3.3	Akzeptanzprobleme von Precision Farming Technologien bei der Einführung in die landwirtschaftliche Praxis	16
3.4	Zwischenfazit Literaturüberblick	17
4	MATERIAL UND METHODEN	18
4.1	Methodik zur ökonomischen Bewertung.....	18
4.1.1	Analyse der Ertragswirkung der Stickstoffdüngung anhand teilflächenspezifischer Produktionsfunktionen	21
4.1.2	Risikoanalysen.....	28
4.2	Methodik zur Bewertung von Precision Farming im Hinblick auf Umweltwirkungen	36
4.2.1	Verwendung von Umweltindikatoren zur Bewertung von Precision Farming Technologien	36
4.2.2	Indikatoren zur Abschätzung der Umweltwirkungen der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung	37
4.3	Material	39
4.3.1	Witterung und Pflanzenentwicklung im Untersuchungszeitraum.....	39
4.3.2	Datengrundlage zur Potenzialberechnung der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung	42
4.3.3	Datengrundlage zur Berechnung des realisierbaren Potenzials der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung	43
4.3.4	Datengrundlage zur Risikoanalyse	46

5	ERGEBNISSE	47
5.1	Modellierung ökonomischer und umweltrelevanter Potenziale der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung	47
5.1.1	Modellbeschreibung.....	48
5.1.2	Produktionsfunktionsanalyse	50
5.1.3	Ökonomische und umweltrelevante Auswirkungen der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung	69
5.1.4	Sensitivitätsprüfung der ermittelten Potenziale.....	76
5.1.5	Zwischenfazit Potenzialberechnungen	82
5.2	Ergebnisse der IKB Feldversuche zu verschiedenen teilflächenspezifischen Ansätzen zur Stickstoffdüngung (2002-2004).....	84
5.2.1	Versuchsergebnisse	84
5.2.2	Überlegungen zur weiterführenden Bewertungsmethodik teilflächenspezifischer Düngealgorithmen	91
5.2.3	Zwischenfazit Streifenversuche	93
5.3	Investitionsbedarf für Technologien zur teilflächenspezifischen N-Düngung und Break-Even-Analysen	95
5.3.1	Break-Even-Analysen	96
5.3.2	Zwischenfazit Break-Even-Analysen	98
5.4	Auswirkungen der teilflächenspezifischen N-Düngung auf das ökonomische Risiko sowie das Risiko hoher N-Bilanzüberschüsse	100
5.4.1	Handlungsmöglichkeiten zur Beeinflussung des Risikos.....	101
5.4.2	Einbeziehung der Unsicherheit in Entscheidungen durch Risikoanalysen	102
5.4.3	Ergebnisse der Risikoanalyse- Modellergebnisse	104
5.4.4	Zwischenfazit Risikoanalysen.....	111
6	DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	112
6.1	Diskussion der Produktionsfunktionsanalyse zur Ableitung teilflächenspezifischer optimaler spezieller Intensitäten	112
6.2	Diskussion der Potenzialberechnungen und Sensitivitätsanalysen.....	115
6.3	Diskussion der Feldversuche.....	119
6.4	Diskussion der Break-Even-Analysen	124
6.5	Diskussion der Risikoanalysen	125

7	AUSBLICK	128
7.1	Auswirkungen von Precision Farming auf die zukünftige Betriebsstruktur und Organisation	128
7.2	On-Farm-Research	134
7.3	Politische Handlungsoptionen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Precision Farming zur Ausschöpfung ökologischer Vorteile.....	136
8	ZUSAMMENFASSUNG	138
9	SUMMARY	143
10	LITERATUR	147
11	ANHANG	157