

Technische Universität München  
Department für Biogene Rohstoffe und  
Technologie der Landnutzung  
Fachgebiet Technik im Pflanzenbau

# Entwicklung fahrspurbasierter Algorithmen zur Korrektur von Ertragsdaten im Precision Farming

**Patrick Ole Noack**

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**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender : Univ.-Prof. Dr.rer.hort., Dr.rer.hort.habil. J. Meyer  
Prüfer der : 1. Univ.-Prof. Dr.agr., Dr.agr.habil H. Auernhammer  
Dissertation : 2. Univ.-Prof. Dr.sc.techn. (ETH Zürich) U. Schmidhalter

Die Dissertation wurde am 02.11.2005 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 24.01.2006 angenommen.

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XI
<b>1 Einleitung und Problemstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Zielsetzung</b>	<b>5</b>
<b>3 Stand des Wissens</b>	<b>7</b>
3.1 Fehlerquellen und Fehleranalyse in Ertragsdaten . . . . .	7
3.2 Filtermethoden für Ertragsdaten . . . . .	10
3.3 Interpolationsverfahren und Kartenerstellung . . . . .	15
<b>4 Material und Methoden</b>	<b>17</b>
4.1 Ertragskartierung . . . . .	17
4.1.1 Ertragserfassung . . . . .	17
4.1.2 Positionserfassung . . . . .	21
4.1.3 Ertragsdatenformate . . . . .	24
4.1.4 Ertragsdatenverarbeitung . . . . .	27
4.1.5 Interpolationsverfahren zur Ertragskartenerstellung . .	29
4.1.5.1 Inverse Distance to A Power . . . . .	31
4.1.5.2 Semivariogramm und Kriging . . . . .	32
4.2 Die H-Methode . . . . .	34
4.2.1 Fahrspurerkennung . . . . .	35
4.2.2 Filterung von Messwerten . . . . .	38
4.2.3 Vergleich mit anderen Filtermethoden . . . . .	40
4.3 Versuchsbeschreibungen und Datenauswertung . . . . .	42
4.3.1 Versuche zur Positionsgenauigkeit verschiedener GPS Empfänger . . . . .	43
4.3.1.1 Selective Availability und Korrekturdaten . .	43

4.3.1.2	Genauigkeitsmasse und Datenverarbeitung . . .	44
4.3.1.3	Versuche am Rundlauf . . . . .	46
4.3.1.4	Feldversuche . . . . .	49
4.3.2	Versuche zur relativen Messgenauigkeit verschiedener Ertragssensoren . . . . .	52
4.3.3	Vergleich von Ertragskarten aus gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten . . . . .	53
4.3.4	Vergleich von Interpolationsverfahren für die Ertragskartenerstellung . . . . .	54
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>56</b>
5.1	Positionsfehler von GPS Sensoren im Feldeinsatz . . . . .	56
5.1.1	Versuche am Rundlauf . . . . .	56
5.1.2	Feldversuche . . . . .	59
5.2	Relative Genauigkeit von Ertragssensoren und Datenfilterung .	62
5.2.1	Vergleich von Ertragsmessungen mit unterschiedlichen Ertragssensoren . . . . .	62
5.2.1.1	Vergleich von ungefilterten Ertragsdaten . . .	64
5.2.1.2	Vergleich von gefilterten Ertragsdaten . . . .	65
5.2.1.3	Vergleich von gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten . . . . .	68
5.2.1.4	Vergleich von Semivariogrammen . . . . .	73
5.2.2	Vergleich von gefilterten und ungefilterten Ertragskarten eines Claas Ertragsmesssystems . . . . .	76
5.3	Vergleich von Interpolationsverfahren . . . . .	81
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Diskussion</b>	<b>85</b>
6.1	Versuche zur Genauigkeit von GPS . . . . .	85
6.2	Vergleich von Ertragssensoren und H-Methode . . . . .	87
6.3	Vergleich von Interpolationsverfahren . . . . .	92
<b>7</b>	<b>Ausblick</b>	<b>94</b>
<b>8</b>	<b>Summary</b>	<b>96</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>100</b>
	<b>Anhang</b>	<b>114</b>