

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.

**Danksagungen.** Die Erstellung dieser Arbeit wäre ohne Unterstützung nur sehr unwahrscheinlich zu einem guten Ende gekommen. Zunächst gebührt mein Dank Professor Auernhammer, nicht nur für die Vergabe der Arbeit, sondern auch für seine unterstützende Förderung während meiner Tätigkeit als studentische Hilfskraft am Lehrstuhl für Landtechnik. Auch habe ich Herrn Dr. Markus Demmel zu danken, der mich ebenfalls während meiner Tätigkeit am Lehrstuhl unterstützt hat und dem ich letztlich den Hinweis auf die Firma geo-konzept, meinem jetzigen Arbeitgeber, zu verdanken habe. An dieser Stelle gilt mein ausserordentlich besonderer Dank meinem Vorgesetzten Herrn Thomas Muhr, ohne dessen Vertrauen und beständige Förderung ich mir die Fähigkeiten und das Wissen für die Erstellung dieser Arbeit nicht hätte aneignen können. Der Erziehung meiner Eltern, die diese in anderen Teilen als misslungen ansehen mögen, verdanke ich mit Beharrlichkeit und Wissensdurst ebenfalls unbedingte Voraussetzungen für die durchgeführten Untersuchungen und Überlegungen. Last not least danke ich an dieser Stelle meiner Frau Rita, die es immer wieder geschafft hat mir den Rücken für abendliche Arbeitssitzungen freizuhalten.

Diese Arbeit wurde mit  $\LaTeX$  erstellt. Hier gilt mein Dank dem Dante e.V.<sup>1</sup> für die hervorragende  $\TeX$ Live Installations CD. Ausserdem sollten in diesem Zusammenhang lobend die Autoren Kopka [58] und Goossens et al [44] erwähnt werden, die sehr hilfreiche Handbücher für das Arbeiten mit  $\LaTeX$  erstellt haben. Herr Peter Zimmermann vom Rechenzentrum der KU Eichstätt hat mir mit einem wertvollen Hinweis die Erstellung einer gut lesbaren und ansehnlichen PDF Version dieser Arbeit ermöglicht. Schliesslich gilt meine Wertschätzung Herrn Wolfgang Schuler ohne dessen Programm WMF2EPS<sup>2</sup> die Erstellung leserlicher Postscriptgrafiken praktisch unmöglich gewesen wäre.

---

<sup>1</sup><http://www.dante.de>

<sup>2</sup><http://www.wmf2eps.de.vu>

*La réalité est impure.*

(Unbekannter Autor)

*Die Einsicht oder Ansicht,  
dass das Vollkommene und  
die Wissenschaft Stückwerk ist,  
darf niemand daran hindern,  
doch stets weiterzubauen  
und eben doch  
das Mögliche zu erreichen.*

(Hermann Hesse)

# 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<br>Empfänger . . . . . | 43        |
| 4.3.1.1 Selective Availability und Korrekturdaten . .                            | 43        |

|   |            |
|---|------------|
| <i>INHALTSVERZEICHNIS</i>   | II         |
| 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<br>Ertragssensoren . . . . .                       | 52         |
| 4.3.3 Vergleich von Ertragskarten aus gefilterten und unge-<br>filterten Ertragsdaten . . . . .               | 53         |
| 4.3.4 Vergleich von Interpolationsverfahren für die Ertrags-<br>kartenerstellung . . . . .                    | 54         |
| <b>5 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<br>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 Er-<br>tragsdaten . . . . .                               | 68         |
| 5.2.1.4 Vergleich von Semivariogrammen . . . . .  | 73         |
| 5.2.2 Vergleich von gefilterten und ungefilterten Ertragskar-<br>ten eines Claas Ertragsmesssystems . . . . . | 76         |
| 5.3 Vergleich von Interpolationsverfahren . . . . .   | 81         |
| <b>6 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 Ausblick</b>   | <b>94</b>  |
| <b>8 Summary</b>  | <b>96</b>  |
| <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>100</b> |
| <b>Anhang</b>   | <b>114</b> |

# Abbildungsverzeichnis

|      |   |    |
|------|---|----|
| 4.1  | Schematische Darstellung der Komponenten eines Ertragsmesssystems; Quelle: Auernhammer, Vorlesungsmaterial . . . . .  | 18 |
| 4.2  | Durchsatzmesssysteme; Quelle: Auernhammer, Vorlesungsmaterial . . . . .   | 20 |
| 4.3  | Sensoren und Messgrößen bei der Ertragserfassung auf dem Mähdrescher . . . . .  | 22 |
| 4.4  | Schematische Darstellung eines Rasters mit Rasterzellen, Rasterpunkten und Feldumriss . . . . .   | 30 |
| 4.5  | Schematische Darstellung eines Semivariogramms mit Nugget Varianz, Sill und Range . . . . .   | 32 |
| 4.6  | Die H-Methode . . . . .   | 34 |
| 4.7  | Ertragsverlauf in einer Nachbarfahrspur mit Toleranzbereich für Ertragsmessungen in der Fahrspur . . . . .  | 41 |
| 4.8  | Ertragsverlauf in einer Fahrspur und zwei Nachbarfahrspuren mit Toleranzbereich für Ertragsmessungen in der Fahrspur . . . . .  | 41 |
| 4.9  | Versuchsaufbau GPS Genauigkeitstest am Rundlauf (schematisch) . . . . .   | 47 |
| 4.10 | Antennenanordnung bei den Feldversuchen am 15.05.2003 . . . . .   | 50 |
| 4.11 | RTK Fahrspuren während der Feldversuche am 15.05.2003 . . . . .   | 51 |
| 5.1  | Semivariogramme aus ungefilterten Ertragsdaten von drei Ertragsmesssystemen . . . . .   | 75 |
| 5.2  | Semivariogramme aus gefilterten Ertragsdaten von drei Ertragsmesssystemen . . . . .   | 75 |
| 5.3  | Ertragskarten aus Rohdaten und mit der H-Methode gefilterten Daten, Rastergröße 5 Meter, Erträge in t/ha, Schlag Bandstauden (2001), Claas Ertragsmesssystem . . . . .  | 79 |
| 5.4  | Standardabweichung in den Rasterzellen in Ertragskarten aus Rohdaten und mit der H-Methode gefilterten Daten, Rastergröße 5 Meter, Standardabweichung in t/ha, Schlag Bandstauden (2001), Claas Ertragsmesssystem . . . . . | 79 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 5.5  | Vergleich der Semivariogramme aus Rohdaten und mit der H-Methode gefilterten Daten, Rastergrösse 5 Meter, Erträge in t/ha, Schlag Bandstauden (2001), Claas Ertragsmesssystem . . . | 80  |
| 8.1  | Erfassung von Ertragsdaten mit zwei Ertragsmesssystemen auf einem Mähdrescher; Darstellung der Schlaggrenzen . . . .  | 115 |
| 8.2  | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Trimble AgGPS mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .   | 140 |
| 8.3  | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .  | 140 |
| 8.4  | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .                                       | 141 |
| 8.5  | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .  | 141 |
| 8.6  | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), CSI Seres, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .   | 142 |
| 8.7  | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .   | 142 |
| 8.8  | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .   | 143 |
| 8.9  | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Outback mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .   | 143 |
| 8.10 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Trimble AgGPS ohne Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .  | 144 |
| 8.11 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .  | 144 |
| 8.12 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .                                       | 145 |
| 8.13 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003(10:10 bis 11:02 UTC), Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .   | 145 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 8.14 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>CSI Seres, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .                                | 146 |
| 8.15 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003(10:10 bis 11:02 UTC),<br>Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den<br>RTK Positionen . . . . .      | 146 |
| 8.16 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den<br>RTK Positionen . . . . .     | 147 |
| 8.17 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>Outback mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK<br>Positionen . . . . .           | 147 |
| 8.18 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Trimble AgGPS ohne Korrektur, Abweichung von den RTK<br>Positionen . . . . .          | 148 |
| 8.19 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Abweichung von den<br>RTK Positionen . . . . .  | 148 |
| 8.20 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Abweichung von<br>den RTK Positionen . . . . . | 149 |
| 8.21 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den<br>RTK Positionen . . . . .      | 149 |
| 8.22 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>CSI Seres, Abweichung von den RTK Positionen . . . . .                                | 150 |
| 8.23 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den<br>RTK Positionen . . . . .     | 150 |
| 8.24 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den<br>RTK Positionen . . . . .     | 151 |
| 8.25 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Outback mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK<br>Positionen . . . . .           | 151 |
| 8.26 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC),<br>Trimble AgGPS mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .           | 152 |
| 8.27 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC),<br>Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .        | 152 |



|      |   |     |
|------|---|-----|
| 8.28 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC),<br>CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Ablage von der<br>RTK Fahrspur . . . . . | 153 |
| 8.29 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC),<br>Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .      | 153 |
| 8.30 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC),<br>CSI Seres, Ablage von der RTK Fahrspur . . . . .                                | 154 |
| 8.31 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC),<br>Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .     | 154 |
| 8.32 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC),<br>Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .     | 155 |
| 8.33 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC),<br>Outback mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur                        | 155 |
| 8.34 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>Trimble AgGPS ohne Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur                       | 156 |
| 8.35 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .  | 156 |
| 8.36 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Ablage von der<br>RTK Fahrspur . . . . . | 157 |
| 8.37 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003(10:10 bis 11:02 UTC),<br>Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .       | 157 |
| 8.38 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>CSI Seres, Ablage von der RTK Fahrspur . . . . .                                | 158 |
| 8.39 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003(10:10 bis 11:02 UTC),<br>Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .      | 158 |
| 8.40 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .     | 159 |
| 8.41 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC),<br>Outback mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur                        | 159 |
| 8.42 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Trimble AgGPS ohne Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur                       | 160 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 8.43 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .  | 160 |
| 8.44 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Ablage von der<br>RTK Fahrspur . . . . . | 161 |
| 8.45 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .      | 161 |
| 8.46 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>CSI Seres, Ablage von der RTK Fahrspur . . . . .                                | 162 |
| 8.47 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .     | 162 |
| 8.48 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK<br>Fahrspur . . . . .     | 163 |
| 8.49 | GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC),<br>Outback mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur                        | 163 |

# Tabellenverzeichnis

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 3.1 | Wichtige Merkmale von Filtermethoden für Ertragsdaten gegliedert nach Autor und Publikationsdatum . . . . .  | 11 |
| 4.1 | Korrekturdatendienste für GPS: Betreiber, Übertragung und Genauigkeiten . . . . .  | 23 |
| 4.2 | Ertragsdatenformate und in ihnen enthaltene Informationen gegliedert nach Dateityp und Hersteller . . . . .  | 25 |
| 4.3 | Verarbeitungsschritte von Ertragsdaten vor der Erstellung von Ertragskarten . . . . .  | 28 |
| 4.4 | Verarbeitungsschritte bei der Filterung von Ertragsdaten mit der H-Methode . . . . .   | 35 |
| 4.5 | Versuch am Rundlauf zur GPS Genauigkeit, Mai/Juni 2002, Beschreibung der GPS Empfänger . . . . .   | 46 |
| 4.6 | Feldversuch zur GPS Genauigkeit, 15.05.2003, Beschreibung der GPS Empfänger . . . . .  | 49 |
| 4.7 | Vergleich von drei Ertragsmesssystemen; Sensoren und Messprinzip . . . . .   | 52 |
| 4.8 | Erfassung von Ertragsdaten mit zwei Ertragsmesssystemen auf einem Mähdrescher; Grundinformation zu den Schlägen . .                                  | 53 |
| 5.1 | Ergebnisse der Versuche zur GPS Genauigkeit am Rundlauf im Mai/Juni 2002 : gemessene und berechnete Abweichungen; n = Anzahl der Messwerte . . . . . | 57 |
| 5.2 | Ergebnisse des Feldversuchs zur GPS Genauigkeit am 15.05.2003 in Gut Wittenfeld, Adelschlag . . . . .  | 60 |
| 5.3 | Statistische Kennzahlen der Auswertung von Ertragskarten aus Rohdaten von zwei Ertragsmesssystemen . . . . .   | 63 |
| 5.4 | Statistische Kennzahlen der Auswertung von Ertragskarten aus gefilterten Daten von zwei Ertragsmesssystemen . . . . .                                | 66 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 5.5  | Statistische Kennzahlen des Vergleiches von Ertragskarten aus Daten von zwei Ertragsmesssystemen; alle Werte ausser Korrelationen in t/ha . . . . .   | 69  |
| 5.6  | Korrelationen zwischen Ertragsdifferenzen und Ertrag sowie Ertragsdifferenzen und Standardabweichung des Ertrages für Daten aus einem AgLeader Ertragsmesssystem und einem Dronningborg Ertragsmesssystem . . . . . | 71  |
| 5.7  | Gridresiduen von Ertragskarten aus gefilterten und ungefilterten Daten verschiedener Ertragsmesssysteme . . . . .   | 82  |
| 8.1  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2001); Ertragsmonitor : Agleader . . . .  | 116 |
| 8.2  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2001); Ertragsmonitor : Dronningborg .  | 117 |
| 8.3  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Allee (2002); Ertragsmonitor : Agleader . . . . .  | 118 |
| 8.4  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Allee (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg . . .  | 119 |
| 8.5  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Bahndamm (2002); Ertragsmonitor : Agleader . .   | 120 |
| 8.6  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Bahndamm (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg   | 121 |
| 8.7  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Lukas (2002); Ertragsmonitor : Agleader . . . . .  | 122 |
| 8.8  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Lukas (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg . . .  | 123 |
| 8.9  | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Prielhof (2002); Ertragsmonitor : Agleader . . . .   | 124 |
| 8.10 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Prielhof (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg . .   | 125 |
| 8.11 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Schlag1 (2002); Ertragsmonitor : Agleader . . . .  | 126 |
| 8.12 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Schlag1 (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg . .  | 127 |
| 8.13 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2002); Ertragsmonitor : Agleader . . . .  | 128 |
| 8.14 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg .  | 129 |
| 8.15 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Wittenfeld (2002); Ertragsmonitor : Agleader . . .   | 130 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 8.16 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Wittenfeld (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg    | 131 |
| 8.17 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2001); Vergleich AgLeader/Dronningborg     | 132 |
| 8.18 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Allee (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg       | 133 |
| 8.19 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Bahndamm (2002); Vergleich AgLeader/ Dronningborg   | 134 |
| 8.20 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Lukas (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg       | 135 |
| 8.21 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Prielhof (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg    | 136 |
| 8.22 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Schlag1 (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg     | 137 |
| 8.23 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Schlag1 (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg     | 138 |
| 8.24 | Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Wittenfeld (2002); Vergleich AgLeader/ Dronningborg | 139 |

# Abkürzungsverzeichnis

|                |   |
|----------------|---|
| <b>2RMS</b>    | 2 Root Mean Square, doppelte Standardabweichung                 |
| $\alpha$       | azimutaler Winkel des Auslegers gegen Norden                    |
| $\beta$        | Winkel zum letzten Referenzpunkt                                |
| $\gamma_{ref}$ | azimutaler Winkel des letzten Referenzpunkts gegen Norden       |
| <b>AL</b>      | AgLeader  |
| <b>B</b>       | Schnittbreite   |
| <b>C</b>       | Claas   |
| <b>Corr</b>    | Korrelation   |
| <b>CRTR</b>    | Cross Track Error, Spur-zu-Spur Fehler                          |
| <b>CYFil</b>   | Korrelation zwischen ortsgleichen Rastern der gefilterten Daten |
| <b>CYRoh</b>   | Korrelation zwischen ortsgleichen Rastern der Rohdaten          |
| <b>d</b>       | Abstand Antenne - Messtischmitte in Fahrtrichtung               |
| <b>d(x)</b>    | Abstände vom Rastermittelpunkt                                  |
| <b>E</b>       | EGNOS   |
| <b>EKS</b>     | Ertragsmesssystem   |
| <b>F</b>       | Fläche  |
| <b>GPS</b>     | Global Positioning System, NAVSTAR GPS, Satellitenortungssystem |
| <b>h(n)</b>    | azimutaler Winkel der Fahrtrichtung in Grad                     |
| $h_{lim}$      | Grenzwert für die Änderung der Fahrtrichtung                    |
| <b>I</b>       | Intervall   |
| <b>FS</b>      | Fieldstar   |
| <b>ID</b>      | Inverse Distance to a Power, Interpolationsverfahren            |
| <b>KF</b>      | Kornfeuchte   |

|              |   |
|--------------|---|
| $\dot{m}$    | Massenfluss   |
| <b>M</b>     | mittlerer Rasterertrag  |
| <b>MaST</b>  | maximale Standardabweichung im Suchradius der Rasterzellen                                    |
| <b>MAX</b>   | maximaler Rasterertrag  |
| <b>MDFil</b> | mittlere Differenz der Rastererträge der gefilterten Daten                                    |
| <b>MDRoh</b> | mittlere Differenz der Rastererträge der Rohdaten   |
| <b>MIN</b>   | minimaler Rasterertrag  |
| <b>MiST</b>  | minimale Standardabweichung im Suchradius der Rasterzellen                                    |
| <b>MSTD</b>  | mittlere Standardabweichung   |
| <b>MW</b>    | Mittelwert  |
| <b>n</b>     | Anzahl der Messwerte  |
| <b>n.b.</b>  | nicht bestimmt  |
| <b>O</b>     | OmniSTAR  |
| <b>p</b>     | Potenz der inversen Entfernung  |
| <b>P</b>     | Wichtung  |
| <b>r</b>     | Länge des Auslegers   |
| <b>R</b>     | RDS   |
| <b>RMS</b>   | Root Mean Square, einfache Standardabweichung   |
| <b>s</b>     | Weg; Standardabweichung   |
| <b>SDFil</b> | mittlere Standardabweichung der Differenzen zwischen den Rastererträgen der gefilterten Daten |
| <b>SDRoh</b> | mittlere Standardabweichung der Differenzen zwischen den Rastererträgen der Rohdaten          |
| <b>SR</b>    | Suchradius  |
| <b>STB</b>   | Standardabweichung  |
| <b>STD</b>   | Standardabweichung der Rastererträge  |
| <b>STDM</b>  | Standardabweichung der mittleren Differenzen  |
| $\Delta t$   | Zeit seit Passieren des letzten Referenzpunkts  |
| <b>Tol</b>   | Toleranzwert  |
| <b>v</b>     | Geschwindigkeit   |
| $v_m$        | mittlere Geschwindigkeit seit Passieren des letzten Referenzpunkts                            |
| $\bar{x}$    | Mittelwert  |
| $X_M$        | Rechtswert der Position des Messtisches   |
| $x_n$        | Rechtswert an der Stelle n  |
| $X_z$        | Rechtswert des Drehpunktes des Auslegers  |
| $\Delta Y$   | Ertragsdifferenz  |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Y</b>                        | Ertrag                                 |
| <b><i>yld<sub>est</sub></i></b> | Schätzwert für den Ertrag              |
| <b>yld(i)</b>                   | Ertragsmesswerte                       |
| <b><i>Y<sub>M</sub></i></b>     | Hochwert der Position des Messtisches  |
| <b><i>y<sub>n</sub></i></b>     | Hochwert an der Stelle n               |
| <b><i>Y<sub>z</sub></i></b>     | Hochwert des Drehpunktes des Auslegers |
| <b>YD</b>                       | Trockenertrag                          |
| <b>YM</b>                       | Erntemenge                             |
| <b>ZG</b>                       | Zellgrösse                             |



# 1

## Einleitung und Problemstellung

Ertragskartierung ist ein Verfahren zur Erfassung und Darstellung der räumlichen Variabilität von Ernteerträgen innerhalb eines Schlages. Hierzu werden in regelmässigen Abständen die Positionen eines Erntefahrzeugs und die Masse- oder Volumenströme des Erntegutes erfasst und aufgezeichnet. Aus den so ermittelten Ertragsdaten werden anschliessend mithilfe von Interpolationsverfahren Ertragskarten erzeugt.

Die räumliche Variabilität der Erträge spiegelt den Einfluss wider, den natürliche Faktoren wie Klima und Boden sowie Bewirtschaftungsmassnahmen (z.B.: Düngung, Pflanzenschutz) auf die Pflanzenentwicklung ausüben. Insofern enthalten Ertragskarten Informationen über ertragsbildende Faktoren und die Auswirkungen pflanzenbaulicher Massnahmen, die im Sinne einer nachhaltigen Pflanzenproduktion bei der Beurteilung vergangener und bei der Planung zukünftiger Massnahmen berücksichtigt werden können und sollten.

Schon die graphische Darstellung der Erträge in Form einer Ertragskarte kann Betriebsleitern wertvolle Hinweise für die Optimierung der Bewirtschaftung eines Schlages liefern.

Ertragsdaten in digitaler Form spielen vor allem im Rahmen der teilflächen-spezifischen Landbewirtschaftung (*Precision Farming*)<sup>1</sup> eine wichtige Rolle. Sie können hierbei für die Abgrenzung von gleich zu bewirtschaftenden Teilflächen (*management units*) verwendet werden und stellen eine wichtige - und oft die einzige - Eingangsgrösse für die Erstellung von Applikationskarten als

---

<sup>1</sup>Teilflächenspezifische Landbewirtschaftung bzw. *Precision Farming* bezeichnen eine Form der Landbewirtschaftung, deren Massnahmen auf lokale Unterschiede der natürlichen und bewirtschaftungsbedingten Gegebenheiten (z.B. Boden, Relief, Topologie, Nährstoffgehalt) innerhalb eines Schlages abgestimmt werden.

Ausdruck abgeleiteter Massnahmen dar. Insofern können Ertragskartierungssysteme als Schlüsseltechnologie für die Anwendung von *Precision Farming* Methoden angesehen werden [104].

Die teilflächenbezogene Erfassung von Erträgen spielt im Versuchswesen als Kontrolle der Effekte von Behandlungsvarianten eine besonders wichtige Rolle. Hier werden die Erträge in der Regel aufwändig mit Parzellenmähdreschern erfasst und verwogen. Die Anwendung von Ertragskartierungssystemen könnte hier zu einer wesentlichen Kosteneinsparung führen. Hierzu sind allerdings Systeme mit einer hohen Genauigkeit erforderlich.

Schliesslich vereinfacht die Ertragskartierung die Erfassung der schlagbezogenen Erntemengen. Die Verwiegung von Anhängern vor der Einlagerung ist nicht mehr erforderlich, da die Gesamterntemengen von Ertragskartierungssystemen ebenso wie die punktuellen Erträge erfasst und gespeichert werden.

Für die lokale Ertragsermittlung werden verschiedene Sensoren benötigt, die einerseits die Position des Erntefahrzeugs und andererseits den Ertrag an dieser Position bestimmen. Die Positionserfassung erfolgt bei der Ertragsaufnahme fast ausschliesslich durch GPS<sup>2</sup> Sensoren. Das satellitengestützte Ortungsverfahren GPS wurde für militärische Zwecke entwickelt und ist seit 1995 für die zivile Nutzung freigegeben. Die Positionen werden aus den Laufzeiten der Signale zwischen Satelliten und Sensor bestimmt.

Der Ertrag wird als indirekte Grösse aus dem Massen- oder Volumenstrom des Erntegutes abgeleitet. Ertragsmesssysteme sind für verschiedene Feldfrüchte (u.a.: Getreide, Ölfrüchte, Silomais, Kartoffeln, Zuckerrüben) und für die Futterbergung entwickelt worden. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich ausschliesslich mit Ertragsmesssystemen, die auf Mähdreschern eingesetzt werden. Ertragssensoren auf Mähdreschern sind im Bereich des Körnerelevators angebracht.

Das Ziel einer kleinräumigen Abgrenzung von Ertragsunterschieden kann nur erreicht werden, wenn die bei der Ertragsaufnahme eingesetzten Sensoren die Position und den Ertrag zuverlässig und mit einer ausreichenden Genauigkeit bestimmen können. Die räumliche Auflösung der Ertragsaufnahme ist bei Druschfrüchten durch die Schnittbreite des Mähdreschers begrenzt. Die GPS Positionssensoren sollten sicherstellen, dass es über diese Einschränkung

---

<sup>2</sup>GPS (Global Positioning System) ist ein satellitenbasiertes Navigationssystem. Hier wird der Begriff für das NAVSTAR (NAVigation System with Time And Ranging) GPS System des amerikanischen Verteidigungsministeriums verwendet.

hinaus zu keiner weiteren Verminderung der räumlichen Auflösung kommt. Insofern müssen GPS Sensoren bei der Ertragskartierung die Position des Erntefahrzeugs zuverlässig mit einer Genauigkeit bestimmen, die kleiner ist als die halbe Schnittbreite des Mähdreschers. Seit der Abschaltung der *Selective Availability*, einer künstlichen Verschlechterung des GPS Signals zum Schutz militärischer Interessen, im Mai 2000 hat die Genauigkeit von GPS erheblich zugenommen. Aufgrund der qualitativen Unterschiede zwischen verschiedenen GPS Sensoren ist trotzdem nicht sichergestellt, dass die bei der Ermittlung von lokalen Erträgen erforderliche Genauigkeit mit allen markt-gängigen Ortungssensoren erreicht werden kann.

Ertragsmesswerte werden aus der Schnittbreite, dem Volumen- oder Massenstrom des Erntegutes und der Geschwindigkeit des Erntefahrzeugs abgeleitet. Bei der Berechnung des Ertrages wird davon ausgegangen, dass beim Erntevorgang die volle Arbeitsbreite des Mähdreschers ausgenutzt wird. In der Praxis unterschreitet die effektive Schnittbreite aufgrund von Fahrfehlern jedoch immer die Arbeitsbreite. Beim Mähdrusch im Beetverfahren unterschreitet die Schnittbreite die Arbeitsbreite beim Beernten von Restbeeten in der Regel sogar deutlich. Die Messung des Volumen- oder Massenstromes erfolgt zeitlich verzögert zum Schnitt der Halmfrucht am Schneidwerk. Das Erntegut, das am Sensor erfasst wird, ist an einer vorhergehenden Position zu einem früheren Zeitpunkt aufgenommen worden. Die zeitliche Verzögerung zwischen Schnitt und Erfassung des Gutstroms am Sensor ist nicht konstant und hängt u.a. von der Bauart des Mähdreschers, dem Durchsatz und vom Ausdrusch ab. Zudem kann es durch Geschwindigkeitsänderungen des Fahrzeugs und des Gutstroms zu gegenüber den wahren Erntemengen zum Schnittzeitpunkt stark erhöhten oder erniedrigten Messungen des Volumen- oder Massenstroms kommen. Schliesslich tragen auch Fehler bei der Bestimmung der Vorfahrtsgeschwindigkeit, die durch Radsensoren oder durch den GPS Sensor erfasst wird, zur Messungenauigkeit des lokalen Ertrages bei.

Ertragskarten erlauben Aussagen über die Höhe des Ertrages an einer beliebigen Stelle des Feldes und entstehen durch die Interpolation der punktuell erfassten Ertragsdaten in die Fläche. Hierzu können verschiedene Interpolationsverfahren verwendet werden. Dabei übt das verwendete Verfahren und dessen Parametrisierung in Abhängigkeit von der Qualität der Ertragsdaten einen erheblichen Einfluss auf die Ausprägung von Hoch- und Niedrigertragszonen in der Ertragskarte aus.

Die Güte, mit der Ertragskarten die tatsächlichen Erträge auf Teilflächen darstellen, kann somit als Funktion der Qualität der Messwerte verschiede-

ner Sensoren und der zu ihrer weiteren Verarbeitung verwendeten Verfahren aufgefasst werden.

## 2

# Zielsetzung

Ertragskartierung ist ein komplexes Verfahren, das aus den Messwerten verschiedener Sensoren punktuelle Erträge errechnet und mittels Interpolation teilflächenbezogene Aussagen zur Höhe des Ertrages ermöglicht. Sie erlaubt auf Teilschlagebene sowohl Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Bewirtschaftungsmassnahmen im beernteten Bestand als auch eine wirtschaftlich und ökologisch verbesserte Planung zukünftiger Massnahmen. Ertragskartierung stellt somit eine grundlegende Informationquelle für eine umweltbewusste und ökonomisch optimierte Landbewirtschaftung dar. Die für die Erstellung von Ertragskarten erforderlichen Daten können im Vergleich zu anderen Verfahren zur Erfassung kleinräumiger Differenzierungen von Standorteigenschaften mit relativ geringem Aufwand an Arbeit und Kapital erhoben werden. Ertragskartierungssysteme stellen ein weltweit verbreitetes System zur Erfassung von Standortdifferenzierungen dar.

Da aus der flächenhaften Information über die Höhe der Ernteerträge Aussagen über vorhergehende Massnahmen getroffen oder zukünftige Massnahmen abgeleitet werden sollen, sind Kenntnisse über die während der Messwernerfassung auftretenden Fehler und die Auswirkungen dieser Fehler auf die nachfolgenden Verfahren der Datenverarbeitung unbedingt erforderlich. Erst die Kenntnis dieser Fehler erlaubt die sichere Differenzierung von Ertragsunterschieden, die auf Differenzierung des Standorts oder die Wirkung von (teilflächenspezifischen) Bewirtschaftungsmassnahmen schliessen lassen. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass Ertragsdaten auf einem Feld unter Umständen mit unterschiedlichen Ertragsmesssystemen erfasst werden und dass diese Ertragsmesssysteme die Erträge unterschiedlich genau erfassen. Auch wenn Ertragskarten unterschiedlicher Anbaujahre zum Zwecke der Abgrenzung langfristiger Hoch- und Niedrigertragszonen verglichen werden und diese Ertragskarten aus Ertragsdaten erstellt wurden, die mit unterschiedlichen

Ertragsmesssystemen erfasst wurden, müssen die Unterschiede in der Qualität der Ertragsdaten berücksichtigt werden.

Im Rahmen des Verbundforschungsprojektes *preagro*<sup>1</sup> wurden in den Jahren 1999 bis 2002 Ertragsdaten mit unterschiedlichen Ertragsmesssystemen auf einem Mähdrescher erfasst und untersucht. Diese Versuchsanstellung hatte zum Ziel durch die vergleichende Analyse von Ertragskarten, die aus den Ertragsdaten der unterschiedlichen Ertragsmesssysteme erstellt wurden, Aussagen zur relativen Genauigkeit der Ertragsmessung unterschiedlicher Ertragsmesssysteme treffen zu können. Die Analyse sollte auch zeigen, welchen Anteil systematische Fehler - bedingt durch die Art und Weise der Messwertfassung - und welchen Anteil einzelne fehlerhafte Messwerte an den Unterschieden der gemessenen Erträge haben. Fehlerhafte Messwerte können im Gegensatz zu systematischen Fehlern durch die Anwendung von Filtern erkannt und eliminiert werden. Als weiteres Teilziel wurde deshalb die Entwicklung einer Filtermethode definiert, deren Anforderungen an den Benutzer und an die für die Filterung erforderlichen Informationen in den Ertragsdaten möglichst gering ist.

Für die Erstellung von Ertragskarten aus gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten verschiedener Ertragsmesssysteme wurden verschiedene Interpolationsverfahren verwendet und unterschiedlich parametrisiert. Der Vergleich der so erstellten Ertragskarten sollte aufzeigen, ob und wie stark diese Verfahren und Parameter zu Unterschieden bei der Schätzung von Erträgen auf Teilflächen führen und in welchem Verhältnis diese Unterschiede zu denen stehen, die beim Einsatz unterschiedlicher Ertragsmesssysteme entstehen.

Während der Projektlaufzeit wurden zudem mehrere Versuche zur Genauigkeit von GPS Sensoren im Feldeinsatz angestellt. Diese Untersuchungen sollten klären, mit welcher Genauigkeit unterschiedliche GPS Sensoren die Position eines Fahrzeugs während der Ernte bestimmen können und ob diese Sensoren aufgrund ihrer Genauigkeit für die Positionsbestimmung bei der Ertragskartierung geeignet sind.

---

<sup>1</sup><http://www.preagro.de>

# 3

## Stand des Wissens

Als Ertragskartierung wird ein Verfahren bezeichnet, bei dem mithilfe von verschiedenen Sensoren Positionen und Ernterträge auf einem Mähdrescher erfasst und zu einer Karte verarbeitet werden. Die ersten Veröffentlichungen zu diesem Thema wurden bereits Ende der 80er Jahre (z.B. Bae et al [15]) publiziert.

Die Qualität von Ertragsdaten hängt von der Funktionsweise der eingesetzten Sensoren, deren Messgenauigkeit und den Umgebungsbedingungen im Feld ab. So beeinflussen zum Beispiel die Höhe des Durchsatzes, die Änderung des Durchsatzes sowie die effektive Schnittbreite die Genauigkeit der Ertragsmessungen. Fehlerhafte Messwerte können jedoch nach dem Abschluss der Datenaufzeichnung und vor der Kartenerstellung durch Filterung eliminiert werden.

Die Qualität von Ertragskarten hängt von der Qualität der im Feld erfassten Ertragsdaten, deren Filterung und dem Interpolationsverfahren ab, das für die Kartenerstellung verwendet wurde. Für die Erstellung von Ertragskarten können verschiedene Interpolationsverfahren verwendet werden. Diese unterscheiden sich sowohl in den Voraussetzungen, die an die Kenntnis dieser Verfahren gestellt werden, als auch in der Güte des Ergebnisses.

### 3.1 Fehlerquellen und Fehleranalyse in Ertragsdaten

Die Ertragsmessung eines Ertragsmesssystems stellt einen aus mehreren Messgrößen abgeleiteten Wert dar. Die Position des Erntefahrzeugs wird heute ausschliesslich mit GPS Empfängern bestimmt. Die Höhe des Ertragsmesswertes leitet sich aus der Messung des Volumen- oder Massestroms sowie dem Messintervall der Sensoren ab. Für die Ermittlung des Flächenertrags

wird die Bezugsfläche aus der Geschwindigkeit des Erntefahrzeugs und der Schnittbreite abgeleitet. Hieraus ergeben sich folgende für die Fehlerbetrachtung relevante Eingangsgrößen:

- Position
- Geschwindigkeit
- Schnittbreite
- Durchsatzmessung

Eine ähnliche, jedoch ausführlichere Zusammenstellung von Fehlerquellen bei der Ertragsermittlung findet sich bei Blackmore et al [24].

**Positionsbestimmung.** Die Bedeutung des Fehlers, der im Rahmen der Ertragskartierung durch die GPS Positionierung entsteht, hat in den letzten Jahren deutlich abgenommen. Die Grundgenauigkeit von GPS hat nach Abschaltung der *selective availability* (s.S. 43) im Mai 2000 und durch technischen Fortschritt stark zugenommen. Weltzien et al [119] stellten bei einem dynamischen GPS Test fest, dass die überwiegende Anzahl der getesteten GPS Empfänger eine für die Ertragskartierung ausreichende Genauigkeit aufweisen. Neueste Untersuchungen von Han et al [47] zeigen, dass selbst mit den kostengünstigsten GPS Empfängern unter Verwendung kostenloser Korrektursignale (WAAS, EGNOS) Genauigkeiten von 2 m erreicht werden können. Vansichen und de Baerdemaker [34] erachten eine absolute Genauigkeit von 2 bis 5 Metern für die Positionsbestimmung bei der Ertragsdatenerfassung als ausreichend.

**Geschwindigkeit.** Die Vorfahrtsgeschwindigkeit des Erntefahrzeugs wird mit Rad-, Radar- oder GPS-Sensoren bestimmt. Da GPS Empfänger die Geschwindigkeit nicht über die Position, sondern über die Dopplerverschiebung der Satellitensignale bestimmen [18], werden hierbei Genauigkeiten im Bereich von 0,1 m/s erreicht. Radarsensoren bestimmen Geschwindigkeiten mit einer Genauigkeit von 3 bis 5 % [101].

**Schnittbreite.** Bei der Berechnung der Bezugsfläche wird davon ausgegangen, dass die volle Schnittbreite für die Aufnahme des Erntegutes ausgenutzt wurde. Dies ist beim Abernten von Restbeeten und Keilen nicht der Fall. Zusätzlich kommt es durch Fahrfehler zu einer Unterschreitung der maximalen



Schnittbreite. Vansichen und de Baerdemaker [34] stellten bei ihren Untersuchungen fest, dass die mittlere tatsächlich genutzte Schnittbreite (4,23 m) um 7,5% von der Breite des Schneidwerks abwich und nennen dies als erhebliche Fehlerquelle bei der Bestimmung des Flächenertrages. Auernhammer et al [14] fanden bei ihren Untersuchungen bei einer Schnittbreite von 5,50 m eine mittlere Abweichung von der effektiven Schnittbreite von 20 %. Stafford ermittelte laut Ebert [41] einen Schnittbreitenfehler von bis zu 10 %. Durch den zunehmenden Einsatz von automatischen Lenksystemen auf Erntemaschinen (Trimble AgGPS Autopilot, Laserpilot von Claas, Autotrac von John Deere) wird die Bedeutung des Schnittbreitenfehlers bei Grossmähdreschern in Zukunft jedoch abnehmen.

**Durchsatzmessung.** Bei der Durchsatzmessung treten Fehler in verschiedenen Teilbereichen auf. Diese betreffen vor allem den zeitlichen Versatz zwischen der Aufnahme des Erntegutes am Schneidwerk und der Messung des Massen- bzw. Volumenstroms im Körnerrelevator. Searcy et al [102] haben festgestellt, dass dieser Versatz nicht konstant, sondern vielmehr vom Durchsatz abhängig ist. Yang et al [124] haben versucht den zeitlichen Versatz anhand von Fernerkundungsdaten zu bestimmen. Burks et al [27] berichten von einem Versuchsstand, in dem die Ertragsmessungen einer Waage mit denen eines John Deere GreenStar Ertragsmesssystems verglichen wurden. Bei konstanten Durchflussraten wichen die Ertragsmessungen um weniger als 3 % von den Messungen der Waage ab. Bei kurzzeitig erhöhter Gutzufuhr kam es allerdings zu Abweichungen von bis zu 8 %. Whelan [121] hat versucht diesen Zeitversatz über eine Transferfunktion abzubilden. Das von Maertens [66] entwickelte Modell bildet den gesamten Weg des Ernteguts durch die Dresch- und Abscheideorgane in Abhängigkeit von Geschwindigkeit, Durchsatz und anderen Parametern ab.

Auch während der Füllphase zu Beginn des Druschvorgangs oder beim Einfahren in eine neue Fahrspur werden die Erträge um 4 bis 7 % unterschätzt. Dies gilt in ähnlicher Weise für plötzliche Geschwindigkeitsänderungen oder Änderungen des Durchsatzes [110]. Schliesslich hat die Neigung des Erntefahrzeugs insbesondere bei den massestrombestimmenden Ertragssensoren einen Einfluss auf die Messgenauigkeit. Steinmayr [110] ermittelte bei Untersuchungen in einem Versuchsstand neigungsbedingte Abweichungen von bis zu 11 %.

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass Durchsatzmessungen im Mittel recht genau sind. Auernhammer und Demmel [8] haben in den Jahren 1991

und 1992 die Genauigkeiten eines massenstrombasierten und eines radiometrischen Ertragsmesssystems durch die Verwiegung von 280 Korntankfüllungen auf einer Radlastwaage untersucht. Die mittleren Fehler lagen bei beiden Systemen und für beide Jahre unter 2%, wobei bei beiden Systemen Fehler von bis zu -10 % auftraten. Die Standardabweichung der Fehler lag zwischen 2,23 und 4,39 %. Die Autoren bescheinigen beiden Systemen eine hohe Funktionssicherheit und stellen fest, dass Ertragsunterschiede von 10 % mit beiden Systemen erfasst und dargestellt werden können.

Isensee und Krippahl [50] haben einen Vergleich zwischen einem Claas und einem LH 565 (Hersteller AgLeader) Ertragsmesssystem angestellt, die im selben Mähdrescher eingebaut waren. Hierbei wurden die Ertragsmessungen durch Verwiegen von Korntankfüllungen kontrolliert. Bei einem mittleren Ertrags von 9,8 t/ha wurde eine mittlere Abweichung von 2,3 % und eine maximale Abweichung von 4 % ermittelt. Bei der Untersuchung der Ertragsverläufe entlang von Fahrspuren stellten die Autoren fest, dass das Claas Messsystem, das den Ertrag volumetrisch bestimmt, bei niedrigen Durchsatzraten hohe Schwankungen in den Messwerten aufweist und tendenziell zu hohe Erträge ermittelt.

Steinmayr [110] konnte bei seinen Untersuchungen an einem Versuchsstand zeigen, dass Ertragsmesssysteme verschiedener Hersteller bei unterschiedlichen Hangneigungen und Durchsatzraten Erträge im Mittel mit einer Genauigkeit von 2 bis 4 % bestimmen können. Vansichen und de Baerdemaker [34] haben bei Feldversuchen die Korntankinhalte (5,7 bis 16,4 t) eines Mähdreschers verwogen und mit den Messungen eines durch sie entwickelten Ertragsmesssystems verglichen. Die mittlere Abweichung betrug -0,5 % die maximale Abweichung lag bei 3,5 %. Die Positionsbestimmung erfolgte bei diesen Versuchen durch Vermessung des Start- und Endpunktes jeder Fahrspur und die Integration der gemessenen Geschwindigkeiten.

## 3.2 Filtermethoden für Ertragsdaten

Für die Filterung von Ertragsdaten sind in der Vergangenheit verschiedene Methoden vorgeschlagen worden. Viele einfache Methoden verwenden statistische Verfahren, bei denen auf der Basis des Mittelwertes aller Ertragsmessungen eines Schlages und der Standardabweichungen Vertrauensintervalle berechnet und für die Filterung verwendet werden. Dieses Vorgehen geht jedoch implizit davon aus, dass die Erträge auf einem Schlag mehr oder weniger

homogen und normalverteilt sind und berücksichtigt nicht, dass es bei der Ertragskartierung gerade um die Erfassung und Darstellung von Unterschieden geht. Auf Schlägen mit deutlich ausgebildeten Hoch- und Niedrigertragszonen führt die Filterung auf der Basis von aus globalen Kenngrößen berechneten Vertrauensintervallen dazu, dass relevante Ertragsmesswerte herausgefiltert werden. Im folgenden sollen die wichtigsten Methoden zur Filterung von Ertragsdaten kurz vorgestellt und beschrieben werden. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Merkmale dieser Verfahren findet sich in Tabelle 3.1.

Tabelle 3.1: Wichtige Merkmale von Filtermethoden für Ertragsdaten gegliedert nach Autor und Publikationsdatum

| Methode                     | Autor               | Jahr      | Merkmale  |
|-----------------------------|---------------------|-----------|---|
| Expert Filter               | Rands               | 1995      | MinMax-Filter; anfällig für fehlende Datensätze   |
| Screening                   | Thylen et al        | 1997      | Statistisches Verfahren auf Basis von globalen Parametern; setzt Kenntnis Fahrspurbeginn voraus   |
| TAES                        | Beck                | 1999      | gleitende Mittelwertbildung; Filterung auf Basis von Vertrauensintervallen; setzt Kenntnis Fahrspurbeginn voraus; genaue Positionen erforderlich                            |
| MPGM                        | Taylor et al        | 2000      | lokale, zellenbasierte Statistik; setzt Vorhandensein von Durchsatzmesswerten voraus  |
| Steinmayr Potential Mapping | Steinmayr Blackmore | 2002 2003 | Kombination aus Expert Filter und TAES gut geeignet für Erkennung von Teilschnittbreiten; Daten müssen vollständig sein; setzt Vorhandensein von Durchsatzmesswerten voraus |

**Expert Filter.** Rands [91] und Blackmore [25],[23] haben einen Filter namens *Expert Filter* speziell für die Datavision FlowControl Datensätze \*.raa und \*.dc entwickelt. Dieser wurde auch von Ebert [41] ausführlich getestet. Der Filter besteht aus mehreren Teilelementen :

- Formatfehler: unvollständige Datensätze werden gelöscht.
- Ober- und Untergrenzen: für verschiedene Parameter (Ertrag, Massenfluss, Anzahl der Satelliten, HDOP,u.a.) werden Grenzwerte festgelegt.

Wenn diese unter- oder überschritten werden, wird der Datensatz gelöscht.

- **Positionsfehler:** Datensätze mit Positionen ausserhalb der Feldgrenzen werden gelöscht. Ausserdem werden die Datensätze gefiltert, bei denen die aus den GPS Positionen berechneten Geschwindigkeiten einen Wert von 3 m/s überschreiten.
- **Füllzeiten:** Wegen der fehlerhaften Massenflusserfassung am Beginn einer Fahrspur, werden die ersten 12 Datensätze einer Fahrspur gelöscht. Als Beginn einer Fahrspur gilt ein Datensatz, wenn der letzte vorhergehende gültige Datensatz älter als das Dreifache der Aufzeichnungsrate ist.
- **Teilschnittbreiten:** Die durchschnittlichen Erträge der Fahrspuren werden mit den durchschnittlichen Erträgen der Nachbarfahrspuren verglichen. Wenn erstere letztere um 10 % unterschreiten, wird angenommen, dass die Fahrspur mit Teilschnittbreite gefahren wurde und die Datensätze dieser Fahrspur werden gelöscht.

Der *Expert Filter* ist sehr ausgereift, kann jedoch laut Blackmore nur für Datavision FlowControl Datensätze verwendet werden. Die Erkennung von Fahrspuren hängt im Gegensatz zum MPGM- und TAES-Filter nicht von in den Datensätzen vorhandenen Informationen ab, dürfte jedoch anfällig für fehlende Datensätze sein. Auch die Erkennung von Teilschnittbreiten auf der Basis der mittleren Erträge kann bei langen Fahrspuren, die erst gegen Ende mit Teilschnittbreite gefahren wurden, möglicherweise versagen.

**Screening.** Thylen et al [117] stellen eine Methode namens *Screening* vor, die sich vor allem auf die Korrektur der Fehler konzentriert, die während der Befüllungsphase des Druschsystems am Anfang einer Fahrspur entstehen. Er schlägt vor, alle Datensätze 31 Sekunden nach dem Anfang einer neuen Fahrspur zu löschen. Darüber hinaus sollten alle Ertragsmesswerte mit einem Wert, der kleiner als die Hälfte oder mehr als das Doppelte eines lokalen Ertragsmittelwertes beträgt, gelöscht werden. Thylen berichtet, dass diese Methode zu einer deutlichen Reduzierung der Fehlervarianzen und der Semivarianzen in Ertragsdaten geführt hat.

Die *Screening* Methode setzt voraus, dass der Beginn einer Fahrspur bekannt ist. Zwar kann bei verschiedenen Ertragsmesssystemen durch den Fahrer mittels eines Tastendrucks der Anfang einer Fahrspur markiert werden. In der Praxis hat sich jedoch herausgestellt, dass diese Eingabe oft vergessen bzw.

ignoriert wird. Somit kann diese Methode nur für Ertragsdaten aus solchen Ertragsmesssystemen verwendet werden, bei denen die Option der Markierung von Fahrspuranfängen gegeben ist und auch tatsächlich verwendet wird. Die Filterung von Ertragsdaten auf der Basis von globalen Parametern wie dem mittleren Ertrag wird immer zu einer Reduzierung der Fehlervarianzen führen. Allerdings werden durch solche Filter auch hohe und niedrige Ertragsmesswerte gelöscht, die nicht fehlerhaft sind, sondern z.B. in der kleinräumigen Änderung von Bodenarten oder -eigenschaften begründet liegen. Schliesslich ist es die Erfassung dieser kleinräumigen Änderungen, die Ertragskarten zu einem wertvollen Indikator für die Planung pflanzenbaulicher Massnahmen machen kann.

**Texas Agriculture Experiment Station (TAES) filter.** Beck [19] stellt einen komplexen Filter für die Verarbeitung von Ertragsdaten vor. Der Filter besteht aus mehreren Elementen:

- Ober- und Untergrenzen für Ertrag und Feuchtemessung abhängig von der Feldfrucht.
- Geschwindigkeitsfilter: Alle Datensätze mit Geschwindigkeitswerten von 0 oder grösser als 4,9 m/s werden gelöscht .
- Zeitliche Schwankungen in den Ertragsmesswerten: aus den vorhergehenden und folgenden Messwerten werden gleitender Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Werte ausserhalb des 99,5 % Vertrauensintervalls werden gelöscht.
- Datensätze aus Wendevorgängen werden gelöscht.
- Überlappende Fahrspuren werden gelöscht.

Die Filterung der Wendevorgänge erfordert wie beim MPGM Filter, dass die Wendevorgänge manuell oder automatisch bei der Ertragserfassung markiert werden. Diese Voraussetzung ist für einige marktübliche Ertragsmesssysteme nicht erfüllt. Der Überlappungsfilter basiert auf der Erzeugung eines in Nord-Süd Richtung ausgerichteten rechtwinkligen Rasters mit der Seitenlänge einer Schnittbreite. Sobald ein Ertragsmesswert in einer Rasterzelle verarbeitet wurde, werden alle folgenden Ertragsmesswerte in dieser Zelle ignoriert. Mit diesem Vorgehen sollen mit Teilschnittbreiten erfasste Ertragsmessungen eliminiert werden. Für dieses Verfahren ist nicht nur eine hochgenaue Positionsbestimmung erforderlich. Die Rasterbreite muss ausserdem der Hauptfahrtrichtung angepasst werden, da diese in der Regel nicht in Nord-Süd Richtung verläuft.

**Multi-Purpose Grid Mapping (MPGM).** Taylor et al [114] schlagen eine Methode für die Erstellung von Ertragskarten vor, die auf der Basis von Variationskoeffizienten von Ertragsmesswerten innerhalb von definierten Flächeneinheiten basiert und bezeichnen diese als *Multi-Purpose Grid Mapping (MPGM)*. Dabei wird nach Erzeugung eines Rasters variabler Grösse der Variationskoeffizient aller Massenflussmessungen und aller Ertragsmessungen innerhalb der Rasterzellen bestimmt. Die Rasterzellen werden anschliessend auf der Basis der Variationskoeffizienten in 'gute' und 'schlechte' Zellen eingeteilt. 'Guten' Zellen (solche mit geringem Variationskoeffizienten) wird der Median der Ertragsmesswerte innerhalb dieser Zelle, schlechten Zellen wird der maximale Ertragsmesswert innerhalb der Rasterzelle zugewiesen. Mit diesem Vorgehen sollen vor allem diejenigen Ertragsmesswerte gefiltert werden, die nur mit Teilschnittbreiten erfasst wurden.

Voraussetzung für dieses Verfahren ist wie beim *Expert Filter*, dass die Ertragsdaten den Parameter Massenfluss enthalten. Dies ist jedoch nur bei wenigen Datenformaten der Fall. Die Zuweisung des maximalen Ertrages innerhalb einer Rasterzelle erscheint zudem fehlerträchtig, da aus verschiedenen Gründen auch zu hohe Ertragsmesswerte in Ertragsdaten regelmässig auftreten. Abgesehen von fehlerhaften Messungen durch die Sensoren treten solche erhöhten Messwerte unter anderem dann auf, wenn im Schneidwerk oder in der Dreschtrummel verstopftes Erntegut auf einmal freigesetzt und dem Körnerrelevator zugeführt wird.

**Steinmayr.** Steinmayr [110] schlägt ebenfalls einen komplexen Filter vor. Auf der Basis von relativen Erträgen werden alle Datensätze gelöscht, deren Ertragsmessungen weniger als 20 % oder mehr als 180 % des mittleren Ertrages ergeben haben. Auf der Basis der GPS Positionen werden die Schnittbreiten bestimmt und alle Datensätze gelöscht, die mit weniger als der halben Schnittbreite erfasst wurden. Ebenso werden die ersten 20 Datensätze am Anfang einer Fahrspur gelöscht. Die Datensätze werden ausserdem auf die Plausibilität der Feuchtmessungen und der Drehraten des Fahrzeugs geprüft. Schliesslich werden alle Datensätze mit gleicher Position gelöscht. Ausserdem werden ähnlich wie beim TAES Filter auf der Basis von gleitenden Mittelwerten und Standardabweichungen extreme Messwerte gefiltert.

Die Filterung von Ertragsdaten mit dieser Methode führt laut Steinmayr zu einer Verbesserung der Korrelation zwischen Ertragskarten, die mit Ertragsdaten aus zwei Ertragsmesssystemen auf einem Mähdrescher erfasst wurden. Darüber hinaus wurde die Nuggetvarianz durch die Filterung verringert.

**Potential Mapping.** Blackmore [23] hat eine Methode namens *Potential Mapping* vorgestellt, die vor allem die Fehler beheben soll, die durch das Abernten mit Teilschnittbreiten entstehen. Da bei konventioneller Verarbeitung von Ertragsdaten immer von der vollen Schnittbreitennutzung ausgegangen wird, ergeben sich bei Teilbreitennutzung geringere Flächenerträge (s. Formel 4.3, S. 19). Beim *Potential Mapping* wird aus den Durchsatzmessungen statt des Flächenertrages die Erntemasse berechnet. Schliesslich werden alle Erntemassmessungen innerhalb einer Flächeneinheit aufsummiert und auf diese bezogen. Da die erfasste Erntemenge unabhängig von der Schnittbreite ist, werden beim *Potential Mapping* Ertragsmessungen mit Teilschnittbreiten nicht unterschätzt.

Um Ertragsdaten mit der *Potential Mapping* Methode verarbeiten zu können müssen allerdings mehrere Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Ertragsdaten müssen in einem Format vorliegen, das den Parameter Massenfluss enthält.
- Es müssen Ertragsdaten für das gesamte Feld vorliegen. Die Teilbeernung eines Schlages mit nur einem Mähdrescher mit Ertragsmesssystem ist nicht möglich.
- Die Daten müssen lückenlos vorliegen. Jeder fehlende Ertragsmesswert führt zur Unterschätzung des Flächenertrages.

### 3.3 Interpolationsverfahren und Kartenerstellung

Für die Erstellung von flächenhaften Ertragskarten aus Punktdaten werden diese mit Interpolationsverfahren verarbeitet. Hierfür werden in den meisten Fällen entweder das *Inverse Distance to a Power* oder das *Kriging* Verfahren verwendet. *Kriging* Verfahren sind in der Anwendung aufwändiger, die resultierenden Karten stellen jedoch die Verhältnisse in der Regel besser dar. Die Qualität der Karten hängt somit nicht nur von den Messwerten, sondern auch von der Güte der zu ihrer Erstellung verwendeten Methode und deren Parametrisierung ab [29].

Zimmerman [125] hat Modelldaten untersucht und herausgefunden, dass die Standardabweichungen der Fehler bei der Verwendung des *Kriging* Verfahrens um 20 bis 30 % geringer sind als bei der Verarbeitung der Daten mit *Inverse Distance*. Die Unterschiede werden jedoch umso geringer, je stärker die Daten mit Messfehlern behaftet sind. Ebenso führte eine unregelmässige

Verteilung der Daten dazu, dass die Unterschiede zwischen den Standardabweichungen der Fehler geringer wurden.

Whelan [122] hat Ertragsdaten eines 100 ha grossen Feldes in Australien untersucht und für die Kartenerstellung mit *Kriging* und *Inverse Distance to a Power* nur einen Teil der Datensätze verwendet. Für die bei der Kartenerstellung nicht berücksichtigten Messwerten wurden die Abweichungen zwischen Messwert und dem benachbarten Schätzwert bestimmt. Auf der Basis eines Vergleichs der Ränge konnte er einen Unterschied von 5 % zwischen Schätzfehlern von *Inverse Distance* und *Kriging* Verfahren zugunsten des *Kriging* Verfahrens feststellen. Aufgrund seiner Ergebnisse schlägt Whelan die Verwendung des *Local Block Kriging* Verfahrens vor.



# 4

## Material und Methoden

### 4.1 Ertragskartierung

Als Ertragskartierung wird ein Verfahren bezeichnet, bei dem Positionen eines Erntefahrzeugs und die an diesen Positionen mittels Sensoren erfassten Erntemengen in Karten umgesetzt werden, die kleinräumig die Höhe und die Variabilität des Ernteertrages innerhalb eines Schlages abbilden. Ein Ertragskartierungssystem besteht dementsprechend aus dem auf dem Fahrzeug montierten Ertragsmesssystem und einem Programm, mit dem die Messdaten in eine Karte umgesetzt werden.

Ertragsmesssysteme setzen sich aus unterschiedlichen Sensoren und einem Ertragsmonitor zusammen, in dem die Messdaten der Sensoren verarbeitet und gespeichert werden. Während die Fahrzeugpositionen über GPS Sensoren erfasst werden, stellt der lokale Ertragsmesswert eine Komplexgrösse dar, die aus den Messwerten mehrerer Sensoren berechnet wird. Demmel [35] hat die Funktionsprinzipien von Ertragsmesssystemen ausführlich beschrieben. Die Komponenten eines Ertragsmesssystems sind in Abbildung 4.1 dargestellt.

#### 4.1.1 Ertragserfassung

Für die Berechnung des lokalen Ertrages nach (4.4) sind mindestens der Durchsatz des Erntegutes, die Schnittbreite des Erntefahrzeugs, die Vorfahrtsgeschwindigkeit des Erntefahrzeugs sowie das Messintervall des Durchsatzmessensors erforderlich. Der Durchsatz wird in der Regel als Massenstrom erfasst, einige Ertragsmesssysteme erfassen statt des Massenflusses den Volumenfluss des Erntegutes. In diesem Fall muss zusätzlich die Schüttdichte

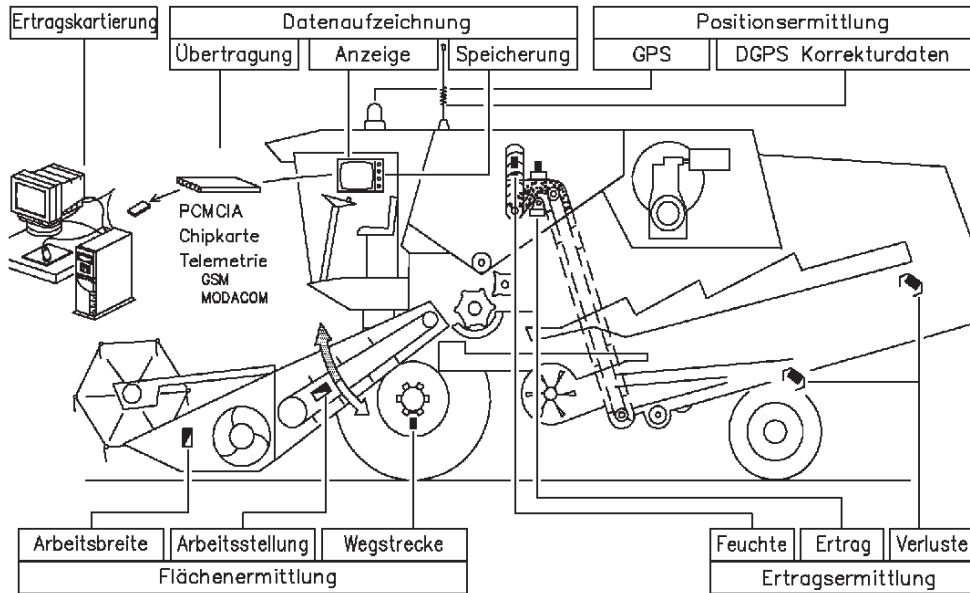


Abbildung 4.1: Schematische Darstellung der Komponenten eines Ertragsmesssystems; Quelle: Auernhammer, Vorlesungsmaterial

des Erntegutes bestimmt werden. Aus Schüttdichte und Volumenfluss kann dann der Massenfluss berechnet werden.

Aus dem Massenfluss und dem Messintervall wird die innerhalb des Messintervalls erfasste Erntemenge berechnet.

$$YM = \dot{m} * I \quad (4.1)$$

$YM$  : im Messintervall erfasste Erntemenge  
 $\dot{m}$  : Massenfluss  
 $I$  : Messintervall

Nach der Bestimmung der innerhalb des Messintervalls zurückgelegten Wegstrecke aus Geschwindigkeit und Messintervall

$$s = v * I \quad (4.2)$$

$s$  : innerhalb des Messintervalls zurückgelegte Wegstrecke  
 $v$  : Geschwindigkeit  
 $I$  : Messintervall

wird aus dieser und der Schnittbreite die beerntete Fläche berechnet.

$$F = s * B \quad (4.3)$$

- $F$  : innerhalb des Messintervalls beerntete Fläche  
 $s$  : innerhalb des Messintervalls zurückgelegte Wegstrecke  
 $B$  : Schnittbreite des Erntefahrzeugs

Der Term für die Berechnung des lokalen Ertrages lautet dann:

$$Y = \frac{\dot{m} * I}{v * B * I} = \frac{\dot{m}}{v * B} = \frac{YM}{F} \quad (4.4)$$

- $Y$  : lokaler Ertrag

Die meisten Ertragsmesssysteme in Mähdreschern erfassen zusätzlich die Kornfeuchte, so dass auch der Trockenertrag berechnet werden kann :

$$YD = Y * \frac{100 - KF}{100} \quad (4.5)$$

- $YD$  : lokaler Trockenertrag  
 $KF$  : Kornfeuchte

**Durchsatzmessung.** Der Durchsatz des Erntegutes wird beim Mähdrescher als Volumenstrom (Abb. 4.2a) oder Massenstrom (Abb. 4.2b und 4.2c) im Bereich des Körnerelevators bestimmt. Dies bedingt, dass alle Ertragsmesssysteme den Durchsatz und damit den Ertrag mit einer Zeitverzögerung nach dem Schnitt und der Aufnahme des Erntegutes am Schneidwerk bestimmen und dass so ein zeitlicher Versatz zwischen der Positionsbestimmung und der Bestimmung des Durchsatzes entsteht. Darüber hinaus haben sich zum Zeitpunkt der Ertragsbestimmung an den Ertragssensoren bereits verschiedene Gutströme vermischt. Die Elevatorpaddel nehmen aus der Reinigung sowohl den Gutstrom aus dem Dreschwerk auf (ca. 80 %) als auch den Gutstrom, der aus den Abscheideorganen entstammt (ca. 20 %). Das Erntegut aus diesen beiden Gutströmen wurde zu unterschiedlichen Zeitpunkten am Schneidwerk aufgenommen [100].

Die Bestimmung des Volumenstroms erfolgt über eine Lichtschranke, die das Volumen des Schüttkegels auf den Elevatorpaddeln bestimmt. Aus der Geschwindigkeit der Elevatorpaddel und dem Volumen des Schüttkegels wird anschliessend ein Volumenstrom berechnet, der zusammen mit einer durch

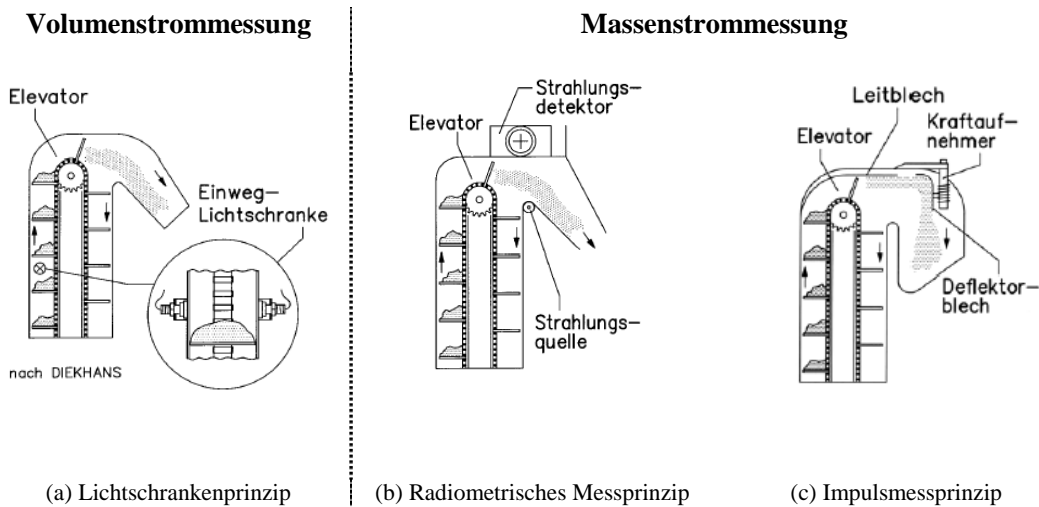


Abbildung 4.2: Durchsatzmesssysteme; Quelle: Auernhammer, Vorlesungsmaterial

den Benutzer am Ertragsmonitor einzugebenden Schüttdichte zu einem Massenstrom verrechnet und abgespeichert wird. Das volumetrische Messsystem kommt in Claas Ertragsmesssystemen und in den Ertragsmesssystemen der Firma RDS zur Verwendung.

Bei der Bestimmung des Massenstroms kann zwischen radiometrischen Messsystemen (indirekte Messung) und Impulsmesssystemen (direkte Messung) unterschieden werden. Die radiometrischen Messsysteme (z.B. Dronningborg Datavision Flowcontrol) ermitteln den Massenstrom durch die Bestimmung der Absorption von Gammastrahlung. Hierbei befindet sich auf der einen Seite des Elevatorschachtes eine radioaktive Strahlungsquelle und auf der anderen Seite ein Strahlungsdetektor. Die bekannte Strahlungsintensität der Strahlungsquelle kann mit der am Detektor gemessene Intensität ins Verhältnis gesetzt und so mittels einer Kalibrierkurve der Massenstrom des Erntegutes bestimmt werden.

Impulsmesssysteme sind im Elevatorkopf angebracht und messen dort die Kraft bzw. den Impuls, den das Erntegut auf Messfinger oder auf eine Prallplatte ausübt, nachdem es vom Elevatorpaddel auf die Sensoren geschleudert wurde.

**Schnittbreite.** Die Firma Claas hat ein System vorgestellt, dass die automatische Erfassung der Schnittbreite in sechs Teilstufen erlaubt [61]. Bei

anderen Ertragsmesssystemen wird die Schnittbreite einmalig am Ertragsmonitor eingestellt und somit als konstant angenommen bzw. manuell verstellt.

**Vorfahrtsgeschwindigkeit.** Die Geschwindigkeit des Erntefahrzeugs kann über die Winkelgeschwindigkeit der Räder bestimmt werden. Hierbei wird über einen im Radkasten montierten Impulsgeber bestimmt, in welcher Frequenz sich an den Rädern befestigte Magneten an diesem Kontakt vorbei bewegen. Oft wird die Fahrzeuggeschwindigkeit auch über GPS Sensoren bestimmt, die auch zur Positionserfassung verwendet werden. Diese Sensoren können über die Dopplereffektverschiebung der Satellitensignale die Geschwindigkeit mit einer Genauigkeit von 0,1 m/s bestimmen.

**Schüttdichte.** Die Schüttdichte des Getreides muss bestimmt und am Ertragsmonitor eingegeben werden, wenn der Durchsatz volumetrisch bestimmt wird. Die Bestimmung der Schüttdichte erfolgt in der Regel durch einmalige Probenahme.

**Feuchtebestimmung.** Die Kornfeuchte wird durch Sensoren in der Korn-tankbefüllschnecke oder in einem Bypasssystem des Körnerelevators kapazitiv bestimmt. Durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit des Erntegutes kann über Kalibrationskurven auf die Kornfeuchte geschlossen werden. Wenn Kornfeuchtesensoren eingesetzt werden, kann aus dem Feuchtertrag und der Kornfeuchte der Trockenertrag berechnet werden (s. Formel 4.5).

**Messintervall.** Die Durchsatzmessung erfolgen in der Regel hochfrequent mit bis zu 1000 Hz. Die Berechnung von Erträgen aus gemessenen Durchsätzen und den anderen Parametern erfolgt je nach Ertragsmesssystem jedoch nur alle 1 bis 5 Sekunden.

In Abbildung 4.3 sind die Zusammenhänge zwischen den Messgrößen, Konstanten und den daraus errechneten Werten dargestellt.

#### 4.1.2 Positionserfassung

Die Bestimmung der Position des Erntefahrzeugs erfolgt über GPS Sensoren. NAVSTAR GPS (*Global Positioning System*) ist ein satellitenbasiertes Ortungssystem, das vom Pentagon, dem amerikanischen Verteidigungsministerium, betrieben wird. Zwischen 1978 und 1985 wurden die ersten elf Satelliten in Umlaufbahn gebracht. Am 08.12.1993 wurde mit der Erweiterung auf 21 Satelliten sowie 3 Reservesatelliten eine Erstinbetriebnahme (*Initial*

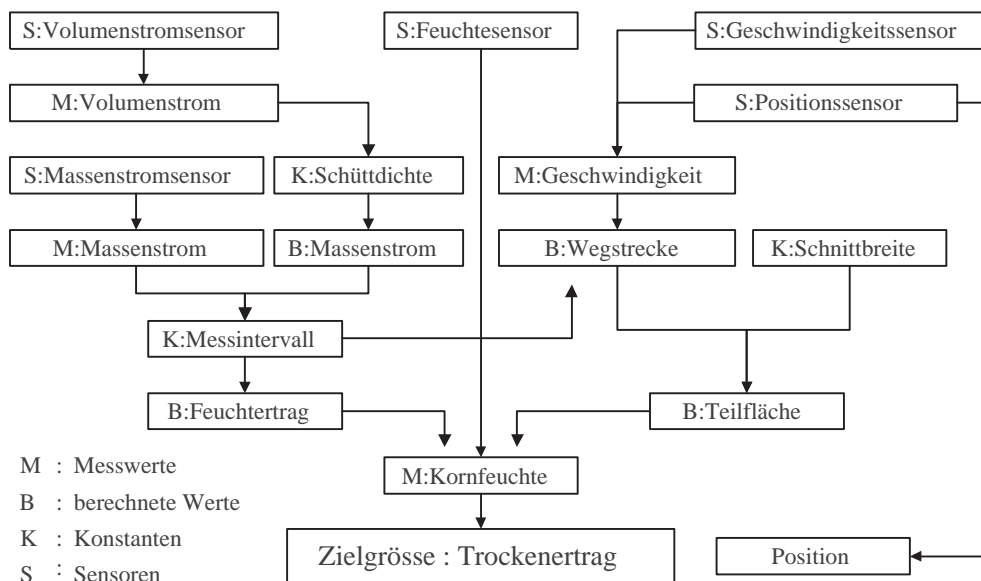


Abbildung 4.3: Sensoren und Messgrößen bei der Ertragserfassung auf dem Mähdrescher

*Operation Capability*) möglich. Seit dem 17.07.1995 ist die vollständige Betriebsfähigkeit (*Full Operational Capability*) sichergestellt. Das System wird für die zivile Nutzung kostenlos zur Verfügung gestellt.

Über synchronisierte Uhren in den Satelliten und den Empfänger werden die Laufzeiten der Signale und aus diesen die Entfernungen der Satelliten vom Sensor bestimmt. Die Signale werden auf zwei unterschiedlichen Frequenzen ausgesendet (L1 und L2). Wenn Signale von mehr als drei Satelliten empfangen werden, kann aus den Entfernungen über dreidimensionale Trilateration die Position der Antenne des Empfängers berechnet werden. Ebenso können die Frequenzverschiebungen der Satellitensignale durch Bewegung des Fahrzeugs für die Bestimmung der Geschwindigkeit verwendet werden. Nach Abschaltung eines künstlichen Störsignals (SA = *selective availability*) im Mai 2000 bestimmen die meisten GPS Sensoren die Position in der Regel mit einer Genauigkeit von besser als 10 Metern und die Geschwindigkeit mit ca. 0,1 m/s.

Für die lokale Ertragsermittlung werden in der Regel Einfrequenzempfänger eingesetzt, die lediglich die Laufzeiten der auf der L1-Frequenz versendeten Signale verarbeiten. Durch den zunehmenden Einsatz von automatischen Lenksystemen mit Zweifrequenz GPS Empfängern, deren Positionen dann

auch für die Ertragskartierung verwendet werden, wird die Positionserfassung erheblich präziser.

Die Positionsgenauigkeit von GPS Empfängern kann durch differentielle Korrekturen verbessert werden. Die differentiellen Korrekturen werden von einem GPS Empfänger berechnet, der an einer bekannten Position betrieben wird. Solche GPS Empfänger werden Basisstation genannt. Sie sind in der Lage die Fehler der Laufzeitbestimmungen zu berechnen, da sie sowohl ihre eigene Position als auch die Position der GPS Satelliten aus den Almanachdaten kennen. Die so berechneten Laufzeitkorrekturen können mittels Telemetrie an andere GPS Empfänger übertragen werden, die diese wiederum vor der Berechnung ihrer Position auf die von ihnen ermittelten Laufzeitmessungen anwenden.

Tabelle 4.1: Korrekturdatendienste für GPS: Betreiber, Übertragung und Genauigkeiten

| <b>Bezeichnung</b> | <b>Betreiber</b>                      | <b>Frequenz</b> | <b>Übertragung</b> | <b>Genauigkeit</b> |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| ALF                | DTAG <sup>1</sup> / IFAG <sup>2</sup> | L1              | Langwelle          | 1 m                |
| SAPOS EPS          | SAPOS <sup>3</sup>                    | L1              | UKW                | 1 m                |
| OmniSTAR VBS       | OmniSTAR                              | L1              | L-Band             | 1 m                |
| EGNOS              | ESA <sup>4</sup>                      | L1              | L-Band             | 2 m                |
| StarFire SF1       | Navcom                                | L1              | L-Band             | 1 m                |
| Küstenfunk         | WSV <sup>5</sup>                      | L1              | Mittelwelle        | 1 m                |
| OmniSTAR HP        | OmniSTAR                              | L1/L2           | L-Band             | 10 cm              |
| StarFire SF2       | Navcom                                | L1/L2           | L-Band             | 10 cm              |
| RTK                | SAPOS                                 | L1/L2           | GSM                | 2 cm               |
| RTK                | Eigenbetrieb                          | L1/L2           | Datenfunk          | 2 cm               |

Es stehen verschiedene kostenlose und kostenpflichtige Korrekturdatendienste für Einfrequenz- und Zweifrequenzempfänger zur Verfügung. In Deutschland sind vor allem das Langwellenkorrektursignal (Deutsche Telekom, Institut für angewandte Geodäsie, einmalige Gebühr), das SAPOS EPS Korrektursignal (Landesrundfunkanstalten, Landesvermessungsämter, einmalige Gebühr) sowie satellitengestützte Korrektursignale (OmniSTAR, StarFire; lizenzpflichtig) verbreitet. Ab 2005 steht mit EGNOS ein ebenfalls satellitenbasiertes und kostenloses Korrektursignal der ESA (*European Space Agency*)

<sup>1</sup>Deutsche Telekom AG

<sup>2</sup>Institut für angewandte Geodäsie

<sup>3</sup>Arbeitsgemeinschaft der Landesvermessungsämter, [www.sapos.de](http://www.sapos.de)

<sup>4</sup>European Space Agency, [www.esa.int](http://www.esa.int)

<sup>5</sup>Wasser- und Schifffahrtsverwaltung

zur Verfügung. Die Ausstrahlung des Langwellenkorrektursignal ALF wird Ende 2005 ausgesetzt. Seit Anfang 2005 wird im Mittelwellenbereich das Küstenfunkkorrektursignal (*Beacon*) nach IALA Standard in Deutschland flächendeckend ausgestrahlt.

Mit Hilfe von Korrektursignalen lassen sich bei Verarbeitung einer Frequenz (L1) in Abhängigkeit vom verwendeten GPS Empfänger und vom Korrekturdienst Genauigkeiten von bis zu 70 cm erreichen. Zweifrequenzempfänger, die satellitengestützte Zweifrequenzkorrektursignale (OmniSTAR HP, StarFire) verarbeiten, erreichen eine Positionsgenauigkeit von etwa 10 cm. Mit Korrekturen einer Zweifrequenzbasisstation, die weniger als 40 km entfernt ist, kann die Position mit einem Zweifrequenz GPS Empfänger mit einer Genauigkeit von etwa 2 cm bestimmt werden.

GPS Empfänger geben ihre Position in der Regel über eine serielle Schnittstelle (RS 232) in einem ASCII Format aus. Das NMEA 0183<sup>6</sup> Format kann verschiedene Datensätze enthalten, in denen unter anderem die Position, die Uhrzeit, das Datum und die Geschwindigkeit enthalten sind. Die Positionen werden in Längen - und Breitengrad auf dem WGS 84 Ellipsoid angegeben. Das GPS System wird ausführlich von Bauer [18] und Leick [64] beschrieben.

### 4.1.3 Ertragsdatenformate

Die während der Ernte erfassten Sensorwerte und die daraus abgeleiteten Informationen werden in den Ertragsmonitoren je nach Hersteller in unterschiedlichen Formaten gespeichert. So können die Daten entweder in einem ASCII Textformat oder in einem proprietären Binärformat vorliegen. Beide Formattypen sind teilweise durch die Hersteller dokumentiert oder können durch mit den Ertragskartierungssystemen mitgelieferten Programmen in ein dokumentiertes Format überführt werden. Einige Ertragskartierungssysteme filtern oder glätten die Messwerte des Ertragssensors vor dem Speichern.

Die Ertragsdatenformate unterscheiden sich zum Teil erheblich in Informationsgehalt, Grad der Vorverarbeitung (z.B. Filterung der Ertragsmessungen) und den verwendeten Einheiten. Dies erschwert die einheitliche Aufbereitung und Verarbeitung dieser Daten zu Ertragskarten. Ausserdem kann der unterschiedliche Grad der Vorverarbeitung dazu führen, dass Ertragskarten, die aus Ertragsdaten unterschiedlicher Ertragsmesssysteme erstellt wurden, nicht vergleichbare Ergebnisse aufweisen. Aus diesen Gründen ist für die Verarbeitung von Ertragsdaten eine gute Kenntnis des Ertragsmesssystems und

---

<sup>6</sup>National Marine Engineering Association, [www.nmea.org](http://www.nmea.org)



des entsprechenden Ertragsdatenformats erforderlich.

Im Rahmen eines Ausschusses der LAV <sup>7</sup> ist die Norm DIN 9684, Teil 5, für Ertragsdatenformate erarbeitet und vorgeschlagen worden. Das Speichern von Ertragsdaten in diesem Format hat sich leider bei keinem Hersteller durchsetzen können. Zur Zeit wird an der Erarbeitung einer internationalen Norm (ISO 11783) gearbeitet, in der unter anderem Informationsgehalt und zu verwendende Einheiten für Ertragsdaten festgelegt werden sollen [5].

**Informationsgehalt.** In Tabelle 4.2 ist dargestellt, welche Informationen in verschiedenen Ertragsdatenformaten abgespeichert werden. Bei dieser Zusammenstellung wurden nur Ertragsdatenformate berücksichtigt, deren Aufbau durch den Hersteller dokumentiert ist. Einige Hersteller legen den Aufbau ihrer Ertragsdatenformate nicht offen (z.B. John Deere, New Holland).

Tabelle 4.2: Ertragsdatenformate und in ihnen enthaltene Informationen gegliedert nach Dateityp und Hersteller

| Information      | Dateityp/ Hersteller |             |             |             |            |            |
|------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
|                  | *.FSY<br>FS          | *.LSI<br>FS | *.OUT<br>FS | *.YLD<br>AL | *.AFT<br>C | DL*.*<br>R |
| Ertrag           | x                    | x           | x           | x           | x          | x          |
| Feuchte          | x                    |             | x           | x           | x          | x          |
| Schnittbreite    | x                    |             |             | x           |            | x          |
| Arbeitsstellung  |                      |             | x           | x           |            |            |
| Position         | x                    | x           | x           | x           | x          | x          |
| Höhe             | x                    |             | x           | x           |            | x          |
| GPS Status       |                      | x           |             | x           | x          | x          |
| Satellitenanzahl |                      |             |             |             | x          |            |
| Zeit             | x                    | x           | x           | x           | x          |            |
| Datum            | x                    |             | x           | x           | x          |            |
| PDOP             | x                    |             |             |             |            |            |

(FS = Fieldstar, AL = AgLeader, C = Claas, R = RDS)

Position und Ertrag sind die einzigen Messwerte, die in allen Dateitypen enthalten sind. In den Agleader Binärdateien (\*.YLD) werden im Gegensatz zu anderen Formaten keine Flächenerträge, sondern die Schnittbreite, das Messintervall sowie der Massenstrom am Körnerelevator abgespeichert. Vor der

<sup>7</sup>Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.(VDMA); [www.lav.org](http://www.lav.org), [www.vdma.org](http://www.vdma.org)

Erstellung von Ertragskarten muss der Flächenertrag aus diesen Parametern berechnet werden. Neben Position und Ertrag enthalten die meisten Dateitypen auch Messwerte zur Kornfeuchte (wenn ein Feuchtesensor eingesetzt wurde) sowie die Uhrzeit der Messung.

Bei dem Versuch eine universelle Methode für die unüberwachte Ertragsdatenverarbeitung und -filterung zu entwickeln, wurden nur diejenigen Informationen berücksichtigt, die in allen Ertragsdatenformaten enthalten sind. Dies sind Position, Ertrag sowie der Zeitpunkt der Messung.

Zusätzliche Informationen wie die Arbeitsstellung des Schneidwerks und GPS Qualitätsparameter (Anzahl der Satelliten, PDOP) können bei einer weitergehenden Auswertung der Daten trotzdem wertvolle Hinweise auf die Qualität der Positions- und Ertragsmesswerte geben. So erlauben sie unter anderem die Identifikation von potentiell fehlerhaften Positionen. Die Arbeitsstellung des Schneidwerks liefert wichtige Informationen über die Zuverlässigkeit der Ertragsmessungen am Körnerelevator, da der Gutstrom nach dem Ausheben des Schneidwerks nicht abreißt, sondern mit einer zeitlichen Verzögerung kontinuierlich abnimmt (Entleerungsphase) und so während Leerfahrten Messwerte am Ertragssensor erfasst werden, deren Verarbeitung nur unter bestimmten Bedingungen zulässig ist. Ertragsmessungen, die in einem Zeitraum von etwa 30 Sekunden nach Absenken des Schneidwerks erfasst werden (Befüllphase), sind ebenfalls in der Regel fehlerhaft.

**Grad der Vorverarbeitung.** Die in den Ertragsdaten gespeicherten Informationen werden vor dem Speichern in den Ertragsmonitoren zu einem unterschiedlichen Grad aufbereitet. Da die Ertragssensoren den Durchsatz meist mit einer sehr hohen Frequenz bestimmen, müssen diese Messwerte vor der weiteren Verarbeitung aggregiert werden. Einige Systeme bilden einen Mittelwert über alle Messwerte innerhalb einer bestimmten Zeitspanne, andere (Claas, Fieldstar) filtern die Messwerte im Rahmen der Aggregation. Die für die Filterung verwendeten Methoden sind nicht dokumentiert, aus dem Verlauf von Durchsatzmesswerten verschiedener Ertragssensoren über die Zeit lässt sich jedoch deutlich erkennen, dass einzelne Systeme die Sensormesswerte auf Plausibilität prüfen und filtern [110].

Das AgLeader Ertragsmesssystem speichert im Gegensatz zu den anderen Systemen die Durchsatzmesswerte. Bei der Ertragsdatenverarbeitung muss aus diesen Werten der lokale Ertrag berechnet werden, bei allen anderen Ertragsmesssystemen werden die lokalen Erträge bereits auf den Ertragsmonitoren berechnet und abgespeichert.

**Einheiten.** Viele Ertragskartierungssysteme sind im englischsprachigen Raum entwickelt worden. Aus diesem Grund entsprechen die Einheiten der Messwerte in einigen Ertragsdatenformaten nicht dem SI Standard. Entfernungen werden u.a. in inch (0,0254 m) oder in foot (0,3047 m) angegeben, Massen in Pfund (lbs, ca. 0,453 kg). Selbst wenn die Ertragskartierungssysteme am Ertragsmonitor auf metrische Einheiten umgestellt werden können, entsprechen die Einheiten der Messwerte teilweise weder dem SI Standard noch handelt es sich um gebräuchliche Masse. So speichern ältere John Deere Greenstar Ertragskartierungssysteme den Durchsatz in Dekagramm/Sekunde. Bei der Ertragsdatenverarbeitung müssen deshalb die unterschiedlichen Einheiten bei der Berechnung der Massenflüsse und der lokalen Erträge berücksichtigt werden.

#### 4.1.4 Ertragsdatenverarbeitung

Vor der Erstellung von Ertragskarten aus Ertragsdaten müssen diese für die weitere Verarbeitung aufbereitet werden. Für die Ertragsdatenverarbeitung wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Programm entwickelt. Die Verarbeitungsschritte, die dieses Programm durchläuft um die Ertragsdaten für die Ertragskartenerstellung vorzubereiten, sind in Tabelle 4.3 zusammengestellt und werden im folgenden beschrieben.

**Einheitliches Datenformat.** Um die Verarbeitung einheitlich gestalten zu können, ist es notwendig, die Daten zunächst in ein gemeinsames Format zu überführen. Dieses Format sollte einerseits alle Informationen aufnehmen können, die in den verschiedenen Ertragsdatenformaten enthalten sind und andererseits eine einheitliche Darstellung der Informationen bezüglich Bezeichnung und Einheiten erlauben. Die Ertragsdaten werden in eine Tabelle einer Microsoft Access Datenbank importiert. Die Tabelle enthält Felder, die alle Informationen aufnehmen können, die in den obengenannten Ertragsdatenformaten vorkommen. Es werden zusätzlich Felder angelegt, in denen in späteren Arbeitsschritten abgeleitete Grössen wie Fahrtrichtung und Geschwindigkeit abgespeichert werden können.

**Filterung ungültiger Datensätze.** Im Rahmen des Imports und der Konvertierung der Ertragsdaten werden auch unvollständige und ungültige Datensätze gelöscht bzw. beim Import nicht berücksichtigt. Datensätze gelten dann als ungültig, wenn die enthaltenen Messwerte ausserhalb eines sinnvollen Wertebereichs liegen. So können bei Ausfall des GPS Signals Po-

Tabelle 4.3: Verarbeitungsschritte von Ertragsdaten vor der Erstellung von Ertragskarten

| Verarbeitungsschritt       | Bemerkungen  |
|----------------------------|--|
| 1 Import                   | Auslesen aller in den Ertragsdaten enthaltenen Informationen in eine Datenbank; Umrechnung aller Daten in SI Einheiten   |
| 2 Filterung                | Löschen aller unvollständigen oder fehlerhaften Datensätze; Löschen aller Datensätze mit ungültigen Positionsmesswerten; optional: Löschen von Datensätzen ausserhalb eines bestimmten Wertebereichs |
| 3 Sortierung               | Sortieren der Datensätze nach Zeit und Datum, wenn vorhanden   |
| 4 Koordinatenkonvertierung | Umwandlung der geographischen Koordinaten in ein planares und metrisches Koordinatensystem   |
| 5 Zuordnung                | räumliche Zuordnung der Ertragsdaten zu Schlägen   |

sitionsangaben Nullwerte enthalten. Optional können an dieser Stelle pflanzenphysiologisch nicht realisierbare Erträge (z.B.  $\geq 20$  t/ha bei Getreide) vom Import ausgeschlossen werden. Da solche Grenzwerte fruchtartspezifisch sind, wäre die Angabe der Fruchtart vor dem Import jeder Datei erforderlich. Dies steht dem Anspruch einer unüberwachten Stapelverarbeitung entgegen. Deshalb wurde auf die Angabe von Unter- und Obergrenzen für Ertragsmesswerte verzichtet.

**Chronologische Sortierung.** Nach dem Importprozess werden die Daten mittels einer SQL Abfrage nach Zeit und Datum sortiert. Falls diese Parameter nicht zur Verfügung stehen, wird bei der weiteren Verarbeitung davon ausgegangen, dass die Aufzeichnung der Datensätze ohne Unterbrechung chronologisch im voreingestellten Aufzeichnungsintervall des Ertragsmesssystems erfolgte. Diese Annahme kann für jeden Datensatz anhand des räumlichen Abstandes zum vorherigen Datensatz überprüft werden. Die Sortierung und der zeitliche Abstand zwischen der Erfassung der Messwerte ist für die in einem späteren Schritt erfolgende Erkennung der Fahrspuren erforderlich (s. Abschnitt 4.2).

**Koordinatenkonvertierung.** Die Positionen werden von allen Ertragsmesssystemen in geographischen Koordinaten als Längen- und Breitengrade auf dem WGS 84 Ellipsoid angegeben. Hierdurch werden die Positionen in geographischen Informationssystemen gestaucht dargestellt und es entsteht eine räumliche Anisotropie, die die spätere Erstellung von flächendeckenden Rasterkarten mittels Interpolationsverfahren erschwert. Ausserdem ist

die Berechnung von Entfernungen, die für die Erkennung der Fahrspuren erforderlich ist, in diesem Koordinatensystem ungleich aufwändiger als in metrischen Koordinatensystemen. Deshalb werden die Koordinaten der Fahrzeugpositionen in das Gauss-Krüger Koordinatensystem umgerechnet. Dieses Koordinatensystem gibt die Positionen metrisch in einer planaren Projektion auf das Bessel-Ellipsoid an und ist flächen- und streckentreu. Eine ausführliche Beschreibung von Verfahren zur Konvertierung von Koordinaten und von Projektionen findet sich bei Snyder [105].

**Zuordnung zu Schlägen.** Das Programm für die Ertragsdatenverarbeitung bietet die Möglichkeit, Ertragsdaten automatisch Schlägen zuzuordnen, wenn die Feldgrenzen dieser Schläge bekannt sind und im ESRI Shape Format [42] vorliegen. Diese Funktionalität ist vor allem dann hilfreich, wenn - wie im Rahmen des Forschungsprojektes preagro - grosse Datenmengen verarbeitet und einer grossen Anzahl von Schlägen zugeordnet werden müssen.

#### 4.1.5 Interpolationsverfahren zur Ertragskartenerstellung

Nach den in Abschnitt 4.1.4 beschriebenen Verarbeitungsschritten können aus den Punktertragsdaten flächendeckende Ertragskarten erstellt werden. Punktertragsdaten ermöglichen lediglich Aussagen über Erträge an den Stellen, an denen sie erfasst wurden; eine Aussage über die Erträge zwischen diesen Positionen erfordert die Anwendung von Interpolationsverfahren. Diese schätzen den Ertrag an bestimmten Punkten aufgrund der umliegenden Messwerte. Die Aussage der Schätzwerte ist im Gegensatz zu den einzelnen Messwerten auch über ihre Position hinaus in einer definierten Fläche gültig.

**Rastererzeugung.** Die Grundvoraussetzung für die Erstellung einer Karte auf der Basis von Interpolationsverfahren ist ein Raster. Ein Raster wird hierbei als eine Anordnung von horizontalen und vertikalen Linien definiert [43]. In der Regel sind die Abstände zwischen den horizontalen und vertikalen Linien gleich. Der Abstand zwischen den Linien wird dann als Rastergrösse bezeichnet. Die Schnittpunkte der vertikalen und horizontalen Linien werden als Rasterpunkte bezeichnet. Als Rasterzelle wird ein Rechteck bezeichnet, dessen Mittelpunkt ein Rasterpunkt ist und dessen Seitenlänge gleich der Rastergrösse ist. Das Raster kann demnach auch als eine Anordnung von aneinander angrenzenden rechteckigen (in der Regel quadratischen) Teilflächen interpretiert werden. Das Raster wird so angelegt, dass der Bereich innerhalb der Feldgrenzen vollständig mit Rasterzellen abgedeckt ist (s. Abb. 4.4). Die in einem späteren Berechnungsschritt errechneten Schätzwerte gelten inner-

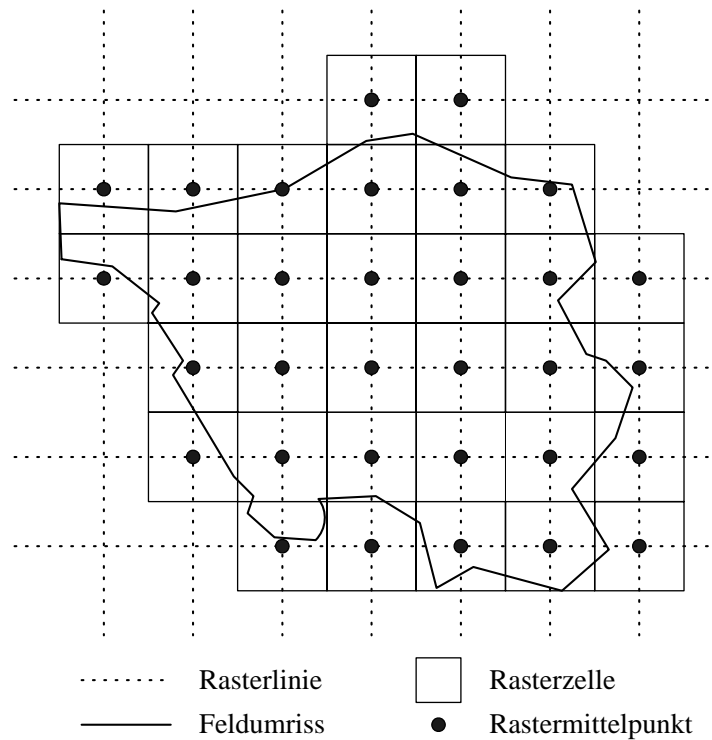


Abbildung 4.4: Schematische Darstellung eines Rasters mit Rasterzellen, Rasterpunkten und Feldumriss

halb dieser Rasterzellen. Die Rastergröße bestimmt die räumliche Auflösung der Ertragskarte und sollte der räumlichen Dichte der Messwerte und dem Verwendungszweck der Ertragskarte angepasst gewählt werden (z.B. der Arbeitsbreite von Anbaugeräten für die teilflächenspezifische Ausbringung von Betriebsmitteln).

**Suchradius.** Suchradius bezeichnet den Radius eines Kreises um den Rasterpunkt. Alle Messwerte, die sich innerhalb dieses Kreises befinden, werden für die Berechnung des Schätzwertes herangezogen. Bei anisotrop verteilten Daten oder nicht-orthometrischen Koordinatensystemen können auch Suchellipsen verwendet werden. Je grösser der Wert für den Suchradius gesetzt wird, desto geringer werden die Unterschiede zwischen Schätzwerten in den benachbarten Rasterzellen. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Suchradius die Rastergröße deutlich überschreitet. Die einfachste Form der Rasterkartenerstellung verzichtet auf einen Suchradius und berücksichtigt bei der Berechnung der Schätzwertes alle Werte innerhalb einer Rasterzelle.

Beim *Inverse Distance* Verfahren wird der Suchradius vom Benutzer festgelegt. Sein Wert beträgt üblicherweise das ein- bis zweifache der Rastergrösse. Das *Kriging* Verfahren bestimmt den Suchradius für jeden Datensatz über das aus den Schätzwerten berechnete Semivariogramm neu (s. 4.1.5.2). Der Suchradius ist bei diesem Verfahren durch die Reichweite bestimmt, bei der die Varianz der Messwerte innerhalb des Suchradius sich der Gesamtvarianz aller Messwerte stark angenähert hat (*sill*, s. Abb. 4.5).

**Wichtung der Messwerte.** Im einfachsten Fall können auf der Basis von Rastern auch ohne Interpolationsverfahren Ertragskarten erzeugt werden. Hierzu wird das arithmetische Mittel aller Werte innerhalb des Suchradius als Schätzwert für die Rasterzelle errechnet. Demgegenüber wichten Interpolationsverfahren die Messwerte bei der Berechnung des Schätzwertes in Abhängigkeit ihres Abstandes vom Rastermittelpunkt. Das *Inverse Distance* Verfahren legt bei der Wichtung der Messwerte eine inverse Funktion variabler Potenz zugrunde. Diese Potenz muss ebenso wie der Suchradius vom Nutzer des Verfahrens festgelegt werden. Das *Kriging* Verfahren wichtet die Messwerte nach aus einem empirischen Modell (Semivariogramm) abgeleiteten räumlichen Beziehungen zwischen Schätzwert und Messwert sowie zwischen den Messwerten selbst (s. Abschnitt 4.1.5.2).

#### 4.1.5.1 Inverse Distance to A Power

Beim *Inverse Distance* Verfahren wird jeder Messwert mit dem Kehrwert seiner Entfernung zum Rastermittelpunkt gewichtet [43], [29]. *Inverse Distance to a Power* führt eine zusätzliche Variable ein, mit der der Kehrwert seiner Entfernung zum Rastermittelpunkt potenziert wird (siehe Formel 4.6). *Inverse Distance* Verfahren sind durch die feste Vorgabe der oben beschriebenen Parameter leicht durchzuführen und eignen sich vor allem für Datensätze mit gleichmässiger Verteilung der Messpunkte in der Fläche. Fehlerhafte Messwerte können jedoch bei kleinen Suchradien zu inselhaften Teilflächen mit im Vergleich zu den Nachbarzellen stark abweichenden Werten führen.

$$yld_{est} = \sum_{i=1}^n \frac{yld(i) * \frac{1}{d(i)^p}}{\sum_{q=1}^n \frac{1}{d(q)^p}} \quad (4.6)$$

|              |   |                                |
|--------------|---|--------------------------------|
| $yld_{est}$  | : | Schätzwert für den Ertrag      |
| $n$          | : | Anzahl der Messwerte           |
| $yld(i)$     | : | Ertragsmesswerte               |
| $d(i), d(q)$ | : | Abstände vom Rastermittelpunkt |
| $p$          | : | Potenz der inversen Entfernung |

#### 4.1.5.2 Semivariogramm und Kriging

Beim *Kriging* Verfahren werden Suchradien und Wichtungen durch das in einem vorangehenden Schritt zu erstellende Semivariogramm bestimmt. Semivariogramme (s. Abb. 4.5) stellen die Abhängigkeit zwischen der Grösse des Suchradiuses und der Varianz der Messwerte innerhalb dieses Suchradius dar. Aus ihnen können die für die Schätzung wichtigen Kenngrössen *nugget variance* (Messrauschen), *sill* (Gesamtvarianz) und *range* (Reichweite) abgeleitet werden.

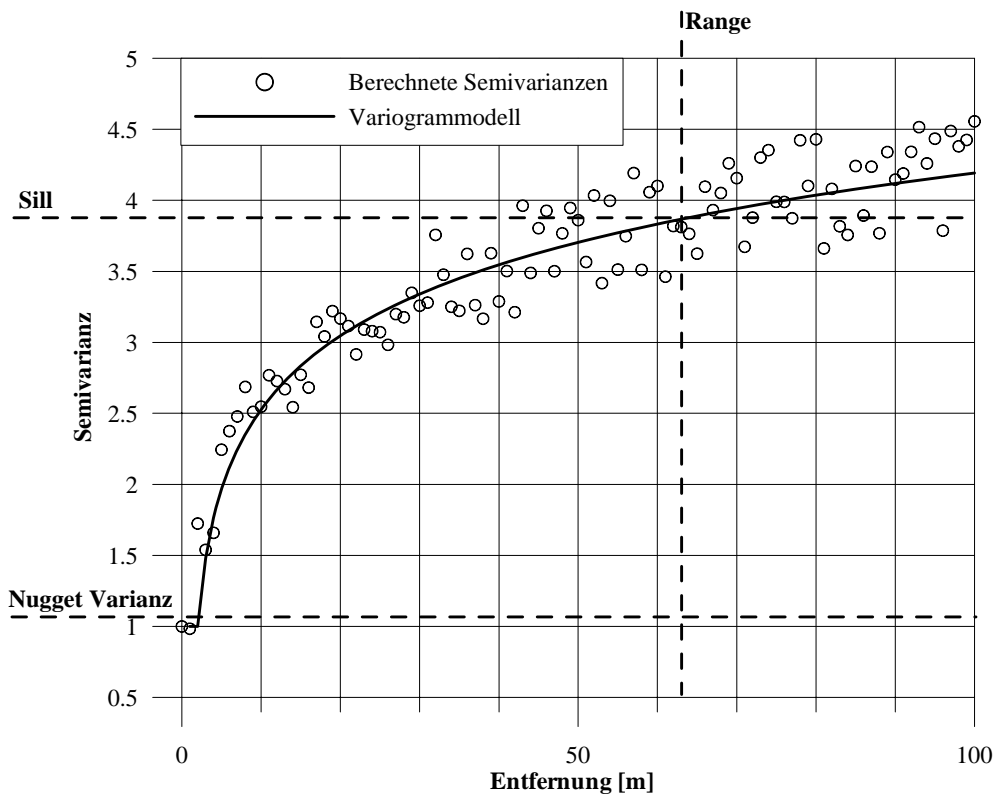


Abbildung 4.5: Schematische Darstellung eines Semivariogramms mit Nugget Varianz, Sill und Range

In der Regel nehmen bei Ertragsdaten die Varianzen mit zunehmendem Suchradius zu, um ab einem bestimmten Wert zu stagnieren. Der Verlauf der empirischen Varianzen kann durch eine mathematische Funktion (Variogrammodell) abgebildet werden. Aus dem Modell werden schliesslich für jede Position, an der der Ertrag geschätzt werden soll, die optimalen Wichtungen der Messwerte für die Berechnung des Schätzwertes abgeleitet.



*Kriging* berücksichtigt hierbei nicht nur die aus dem Modell abgeleitete entfernungsabhängige Varianz, sondern auch die Kovarianzen zwischen den für die Schätzung verwendeten Messwerten. Das Ziel den Schätzfehler zu minimieren wird erreicht, indem ein Gleichungssystem aus Varianzen, Kovarianzen und Wichtungen erstellt wird, dessen Lösung den Schätzfehler darstellt. Durch partielle Ableitung und Auflösung des Gleichungssystems können dann aus Varianzen und Kovarianzen der Messwerte die Wichtungen ermittelt werden, aus deren Verwendung sich der geringste Schätzfehler ergibt.

Da die Varianzen positiv und die Kovarianzen negativ in dieses Gleichungssystem eingehen, werden bei der Schätzung eines Wertes diejenigen Messwerte bevorzugt, die näher an der Position des zu schätzenden Wertes liegen und gleichzeitig am weitesten von den anderen Messwerten entfernt sind [29].

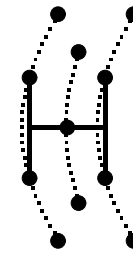
Wenn Daten anisotrop verteilt vorliegen oder der Verdacht besteht, dass die Messfehler in den Daten anisotrop verteilt sind, können Semivariogramme auch schrittweise für bestimmte Richtungen bestimmt werden. Bei der anschließenden Schätzung werden Messwerte dann nicht nur nach Varianzen und Kovarianzen, sondern auch nach der Richtung gewichtet.

Die *Kriging* Verfahren liefern insbesondere bei anisotrop verteilten Daten und bei Daten mit fehlerhaften Messwerten aussagekräftigere Ergebnisse. Dies gilt insbesondere für das Lokale *Kriging* (*local Kriging*) und das *Block Kriging*, bei dem für einzelne Blocks von Daten individuelle Semivariogramme errechnet werden [122]. Allerdings sind die *Kriging* Verfahren im Vergleich zu den *Inverse Distance* Verfahren wegen der Erstellung der Semivariogramme wesentlich aufwändiger und erfordern fortgeschrittene Kenntnisse über Statistik, Interpolationsverfahren und charakteristische Eigenschaften der Verfahren, mit denen die Messwerte erhoben wurden.

## 4.2 Die H-Methode

Die H-Methode ist ein Verfahren zur Filterung von fehlerhaften Ertragsmesswerten in Ertragsdaten. Sie unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von den in Abschnitt 3.2 beschriebenen Filtermethoden: die Kriterien für die Filterung von Messwerten basieren sowohl auf dem räumlichen als auch auf dem zeitlichen Zusammenhang, der zwischen dem zu prüfenden Messwert und anderen Messwerten besteht.

Der räumliche Zusammenhang zwischen den Messwerten wird dabei nicht auf Basis der Entfernung zwischen Messwerten hergestellt, sondern entsteht durch die Betrachtung der Nachbarschaftsbeziehung zwischen den Fahrspuren des Erntefahrzeugs während der Ertragsmessungen. Die Fahrspuren stellen nicht nur räumlich den Fahrweg des Erntefahrzeugs dar, sondern können auch als zeitliche Abfolge von Ertragsmesswerten verstanden werden. Insofern vergleicht die H-Methode eine Gruppe von Messwerten, die in einem engen zeitlichen Zusammenhang erfasst wurden, mit einer anderen solchen Gruppe, die mit der ersten in einem engen räumlichen Zusammenhang steht [79].



**Abbildung 4.6:** Die H-Methode

Da Einzelmesswerte mit einer hohen Wahrscheinlichkeit selber fehlerhaft sein können, greift die H-Methode bei der Berechnung eines Prüfwertes auf den zeitlichen Zusammenhang der Messungen innerhalb der Fahrspuren zurück. Der Prüfwert wird aus einem als Zeitabschnitt definierten Segment der dem Messwert benachbarten Fahrspuren berechnet. Ob ein Messwert zur gleichen Fahrspur gehört wie der Prüfwert oder nicht, ist also entscheidender dafür, wie dieser Messwert in die Prüfung eingeht, als die Entfernung zwischen den Punkten, an denen diese Werte erfasst wurden.

Die Bezeichnung 'H-Methode' ist aus der H-förmigen Anordnung abgeleitet, welche die Verbindung der beiden Nachbarfahrspuren mit dem in der Mitte befindlichen zu untersuchenden Messpunkt bildet (s. Abb. 4.6).

Die Verarbeitungsschritte bei der Filterung von Daten mit der H-Methode sind in Tabelle 4.4 zusammengestellt. Im ersten Schritt werden nach der Bestimmung der Fahrtrichtungen die Messpunkte auf der Basis von Fahrtrichtungsänderungen (Wendevorgängen) Fahrspuren zugeordnet. Anschliessend wird festgestellt, welche dieser Fahrspuren einander benachbart sind.

Für die eigentliche Filterung in der zweiten Verarbeitungsstufe wird aus den Messwerten der Nachbarfahrspuren über die Berechnung von Regressionen und einer Residuenanalyse ein Vertrauensintervall für den zu überprüfenden

Tabelle 4.4: Verarbeitungsschritte bei der Filterung von Ertragsdaten mit der H-Methode

| Verarbeitungsschritt                            | Bemerkungen   |
|---|---|
| <b>1 Fahrspurerkennung</b>                      |   |
| 1a Bestimmung der Fahrtrichtung                 | Berechnung des azimutalen Winkels zwischen aktueller und folgender sowie aktueller und vorhergehender Position    |
| 1b Zuordnung von Messwerten zu Fahrspuren       | Identifikation von Wendevorgängen anhand der Änderung der Fahrtrichtungen   |
| 1c Suchen von Nachbarfahrspuren                 | Ermittlung der Nachbarschaft über Vergleich von räumlichen Indices und Entfernungen von Positionen der Fahrspuren |
| <b>2 Filterung von Messwerten</b>               |   |
| 2a Bestimmung der Toleranzwerte                 | Regressionsanalytische Berechnung von Ober- und Untergrenzen aus den Messwerten in den Nachbarfahrspuren          |
| 2b Vergleich der Toleranzwerte mit dem Messwert | Filterung der Messwerte auf der Basis der zuvor berechneten Ober- und Untergrenzen                                |

Messwert bestimmt. Wenn der Messwert sich ausserhalb dieses Vertrauensintervalles befindet, wird er von den weiteren Verarbeitungsschritten wie der Kartenerstellung ausgeschlossen.

### 4.2.1 Fahrspurerkennung

**Bestimmung der Fahrtrichtung.** Für die Filterung von Ertragsdaten mit der H-Methode müssen in den Ertragsdaten neben der Position und dem Ertragsmesswert zumindest die Uhrzeit der Messung enthalten sein, damit die Daten chronologisch sortiert (4.1.4) werden können. Diese Sortierung ist für die Bestimmung der Fahrtrichtung erforderlich. Die Schätzung der azimutalen Fahrtrichtung erfolgt als Berechnung des Arcustangens der Differenzen der Hoch- und Rechtswerte zweier zeitlich aufeinanderfolgender Positionen (4.7).

$$h(n) = \frac{\arctan\left(\frac{(y_n - y_{n-1})}{(x_n - x_{n-1})}\right) + \arctan\left(\frac{(y_{n+1} - y_n)}{(x_{n+1} - x_n)}\right)}{2} \quad (4.7)$$

- $h(n)$  : azimutaler Winkel der Fahrtrichtung in Grad
- $n$  : fortlaufende Nummer des Datensatzes
- $x_n$  : Rechtswert an der Stelle n
- $y_n$  : Hochwert an der Stelle n

**Zuordnung von Messwerten zu Fahrspuren.** Aus der Änderung der Fahrtrichtung über die Zeit können Wendevorgänge von Geradeausfahrten unterschieden werden. Eine Position wird bei der Fahrspurerkennung dann als 'Wendevorgang' kategorisiert, wenn die Differenz der Fahrtrichtungen zwischen vorherigen und folgenden Position einen Grenzwert überschreitet (4.8). Die zuvor berechneten azimutalen Winkel können nicht direkt als Merkmal für die Zuordnung einer Position zu den Kategorien 'Geradeausfahrt' oder 'Wendevorgang' verwendet werden, da GPS Positionierungsfehler die Fahrtrichtungsbestimmung stark beeinflussen können. Alle Positions- und Ertragsmesswerte einer Geradeausfahrt zwischen zwei Wendevorgängen werden nach Abschluss der Berechnung der Richtungsänderungen einer Fahrspur zugeordnet. Die Fahrspuren werden fortlaufend nummeriert.

$$\text{abs}(h(n+1) - h(n-1)) > h_{lim} \wedge \text{abs}(h(n+2) - h(n-2)) > h_{lim} \quad (4.8)$$

- $n$  : fortlaufende Nummer des Datensatzes
- $h_n$  : azimutaler Winkel der Fahrtrichtung in Grad an der Stelle  $n$
- $h_{lim}$  : Grenzwert für die Änderung der Fahrtrichtung

Die in Formel 4.8 beschriebene Bedingung wird bei der Fahrspurerkennung in chronologischer Reihenfolge für jeden Datensatz überprüft. Wenn die Bedingung zutrifft, wird ein Fahrspurzähler um eins erhöht. Der aktuelle Wert des Fahrspurzählers wird jedem Datensatz hinzugefügt. In einem weiteren Verarbeitungsschritt werden diejenigen Fahrspuren gelöscht, die weniger als eine Mindestanzahl von Messwerten enthalten oder deren Länge eine Mindestlänge unterschreitet. Kurze Fahrspuren entstehen dann, wenn Restbeete beerntet werden. Da hierbei oft nicht die volle Schnittbreite ausgenutzt wird, sind Ertragsmesswerte in solchen Fahrspuren oft fehlerhaft. Beim Drusch von Lagergetreide aufgezeichnete Fahrspuren werden ebenfalls durch die oben beschriebenen Bedingungen als kurze Fahrspuren erkannt. Durch die schnellen Durchsatzänderungen kommt es bei diesen Vorgängen ebenfalls zu fehlerhaften Ertragsmessungen [110]. Schliesslich ist der Anteil von Ertragsmesswerten, die während der Befüllphase des Mähdreschers aufgezeichnet werden, bei kurzen Fahrspuren überproportional hoch. Diese Messwerte sind ebenfalls fehlerhaft (s. Abschnitt 3.1).

Aus den Erfahrungen im Rahmen der Entwicklung der H-Methode können folgende Grenzwerte für die Fahrspurerkennung empfohlen werden:

|  |   |         |
|--|---|---------|
| Grenzwert für die Änderung der Fahrtrichtung | : | 30 Grad |
| Mindestanzahl von Messwerten je Fahrspur     | : | 10      |
| Mindestlänge einer Fahrspur                  | : | 25 m    |

**Suchen von Nachbarfahrspuren.** Bei der späteren Filterung von Ertragsmesswerten werden diese mit Ertragsmesswerten aus den Nachbarfahrspuren verglichen. Deshalb muss nach der Zuordnung von Messwerten zu Fahrspuren bestimmt werden, welche Fahrspuren einander benachbart sind. Hierzu wurde zunächst folgendes Verfahren angewendet: für jeden Messwert innerhalb einer Fahrspur erfolgt eine Prüfung, welche Fahrspur links und rechts am nächsten zu diesem Punkt gelegen ist. Dabei wird geometrisch eine vom Messwert ausgehende Linie konstruiert, deren azimuthaler Winkel 90 Grad kleiner als die Fahrtrichtung (links) bzw. 90 Grad grösser als die Fahrtrichtung (rechts) ist. Die Fahrspuren, die als erstes von dieser Linie geschnitten werden, werden diesem Punkt als Nachbarfahrspur zugeordnet, wenn die Fahrtrichtung dieser Fahrspur etwa gleich der Fahrtrichtung an der Stelle des Messwertes oder ihr entgegengesetzt ist. In diesem Verfahrensschritt wird auch der Punkt auf der Nachbarfahrspur bestimmt, der dem Messpunkt am nächsten ist.

Das oben beschriebene Vorgehen führte dazu, dass die Zeit, die zur Verarbeitung der Daten benötigt wurde, stark mit der Anzahl der verarbeiteten Datensätze zunahm. Deshalb wurde in einem zweiten Schritt ein effektiveres Verfahren entwickelt.

Für das Suchen von Nachbarfahrspuren wird hierzu zunächst ein räumlicher Index (*Spatial Index*) erstellt. Dieser ordnet jedem Messpunkt die Zeile und Spalte einer zweidimensionalen Matrix (eines Raster) zu, die mit einem definierten Abstand der Matrixpunkte über die gesamte räumliche Ausdehnung der Ertragsdaten erstellt wird. Für jede Position, an der ein Ertragsmesswert erfasst wurde, wird rechnerisch bestimmt, in welcher Spalte und in welcher Zeile der Matrix er sich befindet.

Wenn im nächsten Schritt benachbarte Punkt gefunden werden sollen, müssen lediglich die Zeilen- und Spaltenangaben miteinander verglichen werden. Bei einem Abstand der Matrixpunkte von 5 Metern werden zunächst alle Punkte für die Suche der Nachbarfahrspur berücksichtigt, deren Spalten- und Zeilenwert weniger als 4 von dem des untersuchten Messwertes abweicht. Dies entspricht einem Suchradius von 35 Metern.

Schliesslich wird die Entfernung aller Punkte innerhalb dieses Suchradius zum Messwert bestimmt. Die Nachbarfahrspuren werden dann nach den folgenden Kriterien identifiziert:

- Der Fahrspurzähler muss ungleich dem Fahrspurzähler des untersuchten Messpunktes sein.
- Die Entfernung zum untersuchten Messpunkt wird unter Erfüllung aller unten genannten Kriterien minimiert.
  - Die Fahrtrichtung am Messpunkt darf nicht mehr als  $\pm 20$  Grad von der Fahrtrichtung am untersuchten Messpunkt abweichen. Falls die Fahrtrichtung am Messpunkt der Fahrtrichtung am untersuchten Messpunkt entgegengesetzt ist, werden lediglich Werte im Bereich von  $180 \text{ Grad} \pm 20 \text{ Grad}$  akzeptiert.
  - Vor und nach dem Messpunkt müssen mindestens drei Ertragsmesswerte mit einem zeitlichen Abstand von weniger als 10 Sekunden vorhanden sein.

Der verbesserte Algorithmus führte zu einer Verminderung der Rechenzeit um den Faktor 10.

#### 4.2.2 Filterung von Messwerten

Die Filterung von Ertragsmesswerten erfolgt auf der Grundlage der Ertragsmesswerte in den beiden Nachbarfahrspuren. Wenn nur eine Nachbarfahrspur gefunden wurde, wird versucht die zweite Nachbarfahrspur dieser Fahrspur für die Filterung zu verwenden, wenn diese existiert.

Für die Berechnung von Grenzwerten der Gültigkeit einer Ertragsmessung wird zunächst der gleitende Mittelwert und die Standardabweichung über die in den Nachbarspuren fünf am nächsten gelegenen Ertragsmesswerte berechnet. Auf der Basis der beiden gleitenden Mittelwerte und der beiden Standardabweichungen wird ein Toleranzwert ermittelt.

Dieser Toleranzwert beträgt:

- das Zweifache der kleineren Standardabweichung, jedoch
  - mindestens 10 % des grösseren gleitenden Mittelwertes
  - maximal 30 % des grösseren gleitenden Mittelwertes.

Diese Bedingungen können auch wie folgt formuliert werden:

$$Tol = 2 * STB_{min} \wedge Tol > 0.1 * MW_{max} \wedge Tol < 0.3 * MW_{max} \quad (4.9)$$

$Tol$  : Toleranzwert  
 $STB_{min}$  : kleinere Standardabweichung  
 $MW_{max}$  : grösserer Mittelwert

Der ermittelte Toleranzwert wird dem höheren der beiden gleitenden Mittelwerte zugeschlagen und stellt dann die obere Grenze eines Toleranzbereichs für den Ertragsmesswert in der Fahrspur dar. Die untere Grenze des Toleranzbereichs wird durch Abzug des Toleranzwertes vom niedrigeren der beiden gleitenden Mittelwerte bestimmt :

$$Tol_{min} = MW_{min} - Tol \quad (4.10)$$

$$Tol_{max} = MW_{max} + Tol \quad (4.11)$$

$Tol_{min}$  : untere Toleranzgrenze des Ertrages  
 $Tol_{max}$  : obere Toleranzgrenze des Ertrages  
 $Tol$  : Toleranzwert  
 $MW_{min}$  : kleinerer Mittelwert  
 $MW_{max}$  : grösserer Mittelwert

Alle Ertragsmesswerte, die sich ausserhalb des Toleranzbereichs befinden, werden als ungültig markiert und gelöscht. Angesichts der hohen Redundanz von Messwerten, die von Ertragsmesssystemen erzeugt werden, erscheint es sinnvoller die als fehlerhaft markierten Datensätze zu löschen statt sie durch Interpolation zu schätzen. Schliesslich dient die Filterung der Entfernung fehlerhafter Messwerte; eine Interpolation wird ohnehin bei der auf die Filterung folgenden Kartenerstellung durch die Schätzverfahren durchgeführt.

Zur Erläuterung ist in Abbildung 4.7 der reale Verlauf von Ertragsmessungen in einer Nachbarfahrspur dargestellt (schwarze durchgezogene Linie). Diese Ertragsmessungen wurden im Jahr 2000 mit einem Claas Ertragsmesssystem aufgezeichnet. Die Punkte stellen die über 5 Perioden gewichteten Mittelwerte des Ertrages dar, denen nach dem oben beschriebenen Verfahren ein aus der Standardabweichung der fünf betrachteten Werte berechneter Toleranzwert zu- und abgeschlagen wurde. Die oberen und unteren Toleranzschwellen sind als gestrichelte Linien dargestellt, die schraffierten Bereiche markieren Ertragsmesswertbereiche, die als ungültig betrachtet werden. Aufgrund der starken Schwankungen in den Ertragsmessungen zwischen Punkt 24 und Punkt 28 steigen die Standardabweichungen, so dass auch der Toleranzbereich für Messungen in der Fahrspur erweitert wird. Diese Ausweitung des

Toleranzbereichs stellt sicher, dass durch Messungen die unsicher sind (hohe Standardabweichung) keine möglicherweise gültigen Messungen in der Fahrspur gefiltert werden.

Als weiteres Beispiel ist in Abbildung 4.8 der Verlauf von Ertragsmessungen in einer Fahrspur (schwarze durchgezogene Linie) und zwei Nachbarfahrspuren (graue durchgezogene Linien) dargestellt. Die Daten stammen aus demselben Datensatz wie in Abbildung 4.7. Die Toleranzschwellen (gestrichelte Linien) wurden nach dem oben beschriebenen Verfahren (Formeln 4.9, 4.10, 4.11) berechnet.

Im Bereich der Punktnummern 76 bis 78 treten plötzlich niedrige Ertragsmesswerte in der Fahrspur und in den Nachbarfahrspuren auf. Diese Messwerte beruhen auf dem Passieren einer ehemaligen Baustellentrasse. Der niedrige Ertragsmesswert in der Fahrspur wird nicht gelöscht, da in diesem Bereich die Ertragsmesswerte in den Nachbarfahrspuren ebenfalls niedrig sind.

Demgegenüber werden die niedrigen Ertragsmesswerte ab Punktnummer 82 (insbesondere Punktnummer 83) gefiltert, da die Ertragsmessungen in der Fahrspur hier deutlich von den zeitlich stabil höheren Ertragsmessungen in den Nachbarfahrspuren abweichen.

### 4.2.3 Vergleich mit anderen Filtermethoden

Der Vorteil der H-Methode gegenüber anderen Verfahren zur Filterung von Ertragsdaten liegt darin, dass sie durch die Betrachtung benachbarter Fahrspuren sowohl den räumlichen Zusammenhang zwischen den Ertragsmesswerten als auch den zeitlichen Zusammenhang aufeinanderfolgender Messwerte durch die Verwendung von gleitenden Mittelwerten und Standardabweichungen berücksichtigt. Diese ergänzende Ausnutzung einer zeitlichen und räumlichen Betrachtung erlaubt es dynamisch lokale Plausibilitätskriterien zu erzeugen. Dies zeichnet das Verfahren vor allem gegenüber denjenigen Ansätzen aus, die durch Verwendung globaler Kriterien kleinräumige Ertragsunterschiede filtern. Auch bei Verwendung lokaler statistischer Kriterien (z.B. MPGM, s.S. 14) können kleinräumige Ertragsunterschiede (siehe Punktnummer 76 bis 78 in Abbildung 4.8) als fehlerhaft erkannt werden, wenn die räumliche Beziehung kleinräumiger Ertragschwankungen nicht in Betracht gezogen wird.

Gegenüber den in Abschnitt 3.2 dargestellten Filtermethoden zeichnet sich die H-Methode zusätzlich dadurch aus, dass sie mit einer geringeren Anzahl von Eingangsgrößen arbeiten kann und keine Informationen über Schneid-



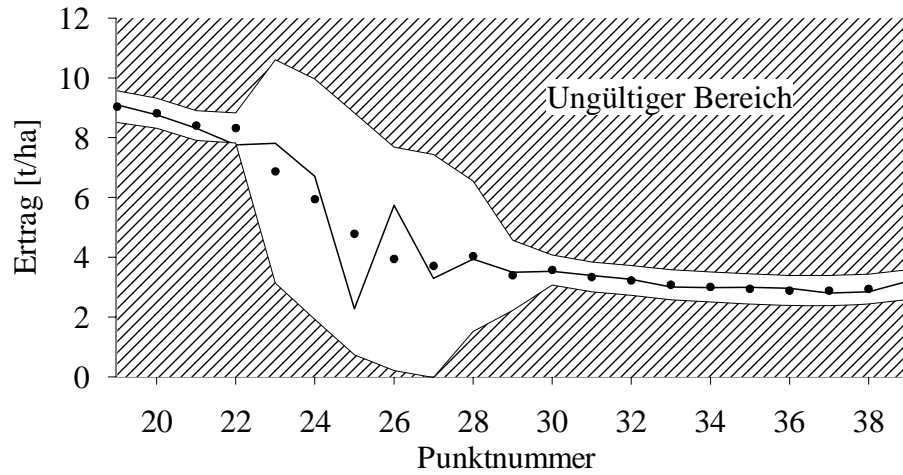


Abbildung 4.7: Ertragsverlauf in einer Nachbarfahrspur mit Toleranzbereich für Ertragsmessungen in der Fahrspur

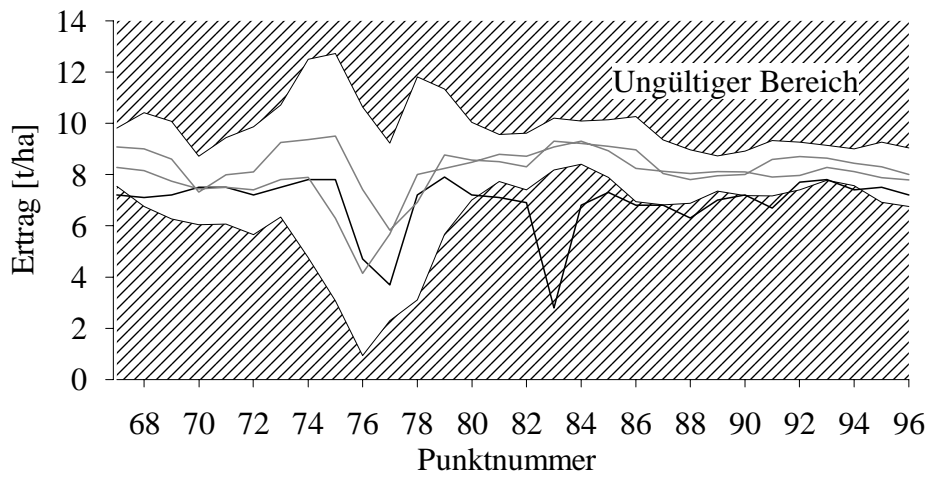


Abbildung 4.8: Ertragsverlauf in einer Fahrspur und zwei Nachbarfahrspuren mit Toleranzbereich für Ertragsmessungen in der Fahrspur

werkstatus oder Fahrspurnummern benötigt. Aus diesem Grund können auch beinahe alle Ertragsdatenformate verarbeitet werden. Für die Verarbeitung von Ertragsdaten mit der H-Methode ist es nicht wie beim Potential Mapping (s.S. 14) erforderlich, dass die Erträge auf dem gesamten Schlag mit einem Ertragsmesssystem erfasst wurde. Die Erkennung von Teilschnittbreiten scheint günstiger gelöst zu sein als beim TAES Filter (s.S. 13), da keine Raster hierfür erzeugt werden müssen und an die GPS Positionsgenauigkeit geringere Ansprüche gestellt werden.

Schliesslich werden auch Fehler, die am Anfang und am Ende von Fahrspuren während der Füll- und Entleerungsphasen des Druschsystems entstehen, durch die H-Methode automatisch erkannt und beseitigt. Andere Methoden [39] setzen voraus, dass Anfang und Ende der Fahrspuren durch den Fahrer manuell markiert werden und löschen die ersten und letzten Punkte einer Fahrspur unabhängig davon, ob diese plausibel sind oder nicht.

### 4.3 Versuchsbeschreibungen und Datenauswertung

Die Qualität von Ertragskarten ist abhängig von Messfehlern bei der Ertragsmessung und bei der Positionsbestimmung (s. Abschnitt 3.1), der Filterung der Ertragsmesswerte (s. Abschnitt 3.2) und den für die Kartenerstellung verwendeten Interpolationsverfahren (s. Abschnitt 3.3).

Um den Einfluss fehlerhafter Positionierung einzuordnen, wurden Versuche zur Genauigkeit von verschiedenen GPS Empfängern auf einem Rundlauf und im Feldeinsatz angestellt. Untersuchungen zur Qualität von Ertragsmessungen erfolgten durch den Vergleich von Ertragsdaten, die mit verschiedenen Ertragsmesssystemen auf einem Mähdrescher erfasst wurden. Diese Daten wurden gefiltert und ungefiltert zu Ertragskarten verarbeitet. So konnten einerseits anhand der Ertragskarten aus ungefilterten Daten die Unterschiede zwischen den Ertragsmessungen der verschiedenen Ertragsmesssysteme bestimmt werden. Andererseits erlaubt der Vergleich von Ertragskarten aus gefilterten Daten die Ableitung von Aussagen über den Einfluss der Filterung. Abschliessend erfolgte eine vergleichende Analyse und Bewertung von Ertragskarten, die mit verschiedenen Interpolationsverfahren erstellt wurden.

### 4.3.1 Versuche zur Positionsgenauigkeit verschiedener GPS Empfänger

In den Jahren 2002 und 2003 wurden Untersuchungen zur dynamischen Genauigkeit von GPS Empfängern unter landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen angestellt. Vor dem Hintergrund der Abschaltung der *Selective Availability* im Mai 2000 und der nahenden operationellen Verfügbarkeit des kostenlosen satellitengestützten Korrektursignals EGNOS war eine Neubewertung der Tauglichkeit vor allem von kostengünstigen GPS Empfängern erforderlich geworden.

#### 4.3.1.1 Selective Availability und Korrekturdaten

**Selective Availability.** Das GPS Positionierungssystem wurde seit Ende der 70er Jahre vom amerikanischen Verteidigungsministerium für militärische Zwecke entwickelt und steht seit Anfang der 90er Jahre auch zivilen Nutzern kostenfrei zur Verfügung. Die zivile Nutzung ohne differentielle Korrekturen durch eine Basisstation war bis zum 1. Mai 2000 jedoch durch ein Störsignal (*SA*) eingeschränkt. Die *SA* verschlechterte die unkorrigierte Positionsgenauigkeit von GPS Empfängern auf ungefähr 100 m. Seit der Abschaltung von *SA* können mit hochwertigen GPS Empfängern auch ohne Korrekturen Genauigkeiten von besser als 3 m erreicht werden. Solche Genauigkeiten können für bestimmte landwirtschaftliche Positionierungsanwendungen (z.B. Mähdrusch mit grossen Schnittbreiten) als ausreichend angesehen werden.

**Korrekturdatendienste.** Die Verwendung von differentiellen Korrektursignalen im landwirtschaftlichen Bereich ist trotz der Abschaltung der *Selective Availability* erforderlich. Abgesehen von EGNOS sind die verfügbaren Korrekturdatendienste entweder kostenpflichtig (OmniSTAR, ca. 800 EUR/annum) oder aufgrund von mangelnder Abdeckung und Empfangbarkeit nur eingeschränkt nutzbar (ALF, RASANT)[4].

**EGNOS.** EGNOS<sup>8</sup> steht für *European Geostationary Navigation Overlay Service* und entspricht dem amerikanischen WAAS (*Wide Area Augmentation System*). EGNOS wird seit Mitte der 90er Jahre als Monitoring System für die Qualität der GPS Positionierung im Luftfahrtbereich von der ESA<sup>9</sup> (*European Space Agency*) entwickelt. Es besteht aus 34 terrestrischen GPS

---

<sup>8</sup>[http://esamultimedia.esa.int/docs/egnos/estb/egnos\\_pro.htm](http://esamultimedia.esa.int/docs/egnos/estb/egnos_pro.htm)

<sup>9</sup><http://www.esa.int>

Basisstationen und drei Kontrollzentren sowie drei geostationären Satelliten, die Daten von den Kontrollzentren empfangen und ausstrahlen. Durch das EGNOS System werden auf derselben Frequenz, wie sie von GPS verwendet wird, Korrekturdaten ausgestrahlt. Da EGNOS jedoch nicht vorrangig für die Ausstrahlung von Korrekturdaten entwickelt wurde, gibt die ESA die erreichbare Genauigkeit mit EGNOS Korrekturen mit besser als 5 Meter an. Verschiedene Versuche mit dem seit 1999 verfügbaren Testsignal (ESTB) haben jedoch gezeigt, dass auch höhere Genauigkeiten erreichbar sind.

#### 4.3.1.2 Genauigkeitsmasse und Datenverarbeitung

**Statische und dynamische Genauigkeit von GPS.** Statische Versuche zur Genauigkeit von GPS Empfängern können mit relativ geringem Aufwand angestellt werden. Hierzu müssen lediglich die Antennen von GPS Empfängern auf einer bekannten Position angebracht und die Positionsdaten aufgezeichnet werden. Anschliessend können diese mit der bekannten Position verglichen werden.

Üblicherweise werden solche Untersuchungen unter optimalen Bedingungen, also ohne Abschattung des GPS Signals durch Bäume oder Gebäude, durchgeführt. Für die Beurteilung der Tauglichkeit eines GPS Empfängers unter landwirtschaftlichen Bedingungen ist jedoch die Genauigkeit in Bewegung und unter - zumindest zeitweise - suboptimalen Bedingungen relevant. Dynamische GPS Genauigkeitsversuche sind im Vergleich zu statischen Versuchen wesentlich aufwändiger, da ein Referenzsystem mitgeführt werden muss, dessen Genauigkeit wesentlich höher ist, als die der Prüflinge [49].

**Genauigkeitsmasse.** Bei der Bestimmung von GPS Genauigkeiten kommen verschiedene Masse zur Anwendung [119].

Die absolute Genauigkeit bestimmt die Positionierungsgenauigkeit in Bezug auf die wahre Position. Die relative Genauigkeit bezieht alle Positionsmessungen auf ihren Mittelwert. Relative Genauigkeiten sind für die Beurteilung von Parallelführungsanwendungen oder der Genauigkeit von Flächengrössenbestimmungen relevant.

In dieser Arbeit beziehen sich alle Massangaben auf absolute Genauigkeiten. Ähnlich wie in der deskriptiven Statistik spielt die Standardabweichung bei der Beurteilung von GPS Genauigkeit eine wichtige Rolle.

Die Standardabweichung der Differenzen zwischen den gemessenen und wahren Positionen wird als RMS<sup>10</sup> Genauigkeit (68 %) bezeichnet. Dieser Wert ergibt den Radius eines Kreises um die wahre Position, indem sich 68 % aller

---

<sup>10</sup>Root Mean Square Error

Messwerte befinden. Ebenso häufig wird die 2 RMS Genauigkeit (95 %) angegeben, die analog den Radius eines Kreises um die wahre Position darstellt, indem sich 95 % aller Messwerte befinden. Beide Werte können aus der CEP Genauigkeit (*Circular Error Probability*, 50 %) berechnet werden [119]. Eher selten werden zusätzlich zu RMS und 2 RMS auch die 3 RMS Genauigkeiten errechnet (dreifache Standardabweichung).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die RMS und 2 RMS Genauigkeiten sowohl empirisch bestimmt als auch aus den CEP Genauigkeiten berechnet. Nach der Konvertierung der WGS84 Koordinaten in das Gauss-Krüger Koordinatensystem oder ein lokales metrisches Koordinatensystem und der Bestimmung der Differenzen zwischen der Referenzposition und den gemessenen Positionen wurden die ermittelten Differenzen in 10 cm Schritten akkumulativ klassifiziert.

**Datenverarbeitung.** Die Datenverarbeitung erfolgt bei der Auswertung von Genauigkeitsversuchen in der Regel in zwei Schritten:

1. Die im NMEA Format aufgezeichneten ASCII Datensätze werden ausgelesen und in ein orthogonales metrisches Koordinatensystem konvertiert.  
Hierbei bietet sich bei in Deutschland aufgezeichneten Daten das Gauss-Krüger Koordinatensystem an. Da die Versuchsgebiete im Vergleich zum Erdradius meist sehr klein sind, kann auch eine einfache Projektion in ein lokales Koordinatensystem durchgeführt werden. Die Rechtswerte geben dann den Abstand zum Nullmeridian (Greenwich), die Hochwerte den Abstand zum Äquator an.
2. Nach Berechnung der metrischen Koordinaten können mittels des Satzes des Pythagoras die Abstände zwischen den gemessenen Positionen und der Referenzposition bestimmt werden. Aus den Abständen können die RMS und 2 RMS Genauigkeiten entweder berechnet oder nach Klassifizierung empirisch bestimmt werden.

### 4.3.1.3 Versuche am Rundlauf

Im Rahmen eines DLG <sup>11</sup> Signumtests wurde die dynamische Genauigkeit von sechs GPS Empfänger untersucht (s. Tabelle 4.5).

Tabelle 4.5: Versuch am Rundlauf zur GPS Genauigkeit, Mai/Juni 2002, Beschreibung der GPS Empfänger

| Bezeichnung         | Hersteller     | Beschreibung   | Preis <sup>12</sup> |
|---------------------|----------------|--|---------------------|
| Garmin GPS Maus     | Garmin, Inc.   | 12 Kanal GPS Empfänger ohne differenzielle Korrektur                 | 400 EUR             |
| Trimble AgGPS 132   | Trimble, Inc.  | 12 Kanal GPS Empfänger ohne differenzielle Korrektur                 | 3600 EUR            |
| geo-kombi 12 B plus | geo-konzept    | 12 Kanal GPS Empfänger mit Langwellen und SAPOS Korrektur            | 3900 EUR            |
| Leica GS50          |                | Leica Geosystems, Inc. 12 Kanal GPS Empfänger mit Landstar Korrektur | 7000 EUR            |
| Trimble AgGPS 114   | Trimble, Inc.  | 12 Kanal GPS Empfänger mit OmniSTAR Korrektur                        | 3400 EUR            |
| OmniSTAR HP 8200    | OmniSTAR, Inc. | 12 Kanal RTK Empfänger mit OmniSTAR HP Korrektur                     | 7000 EUR            |

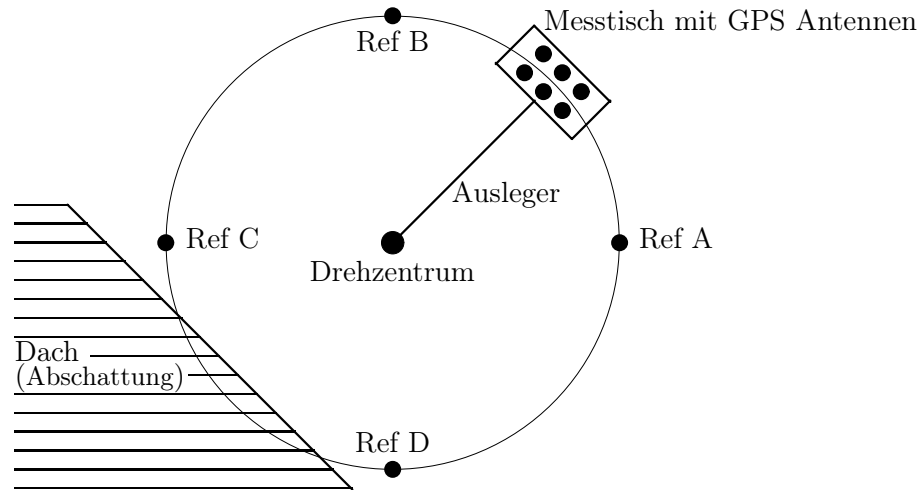
Bei dem Versuch wurden an drei nicht aufeinander folgenden Tagen im Mai und Juni des Jahres 2002 NMEA Datensätze mit einer Aufzeichnungsrate von 1 Hz über 24 Stunden aufgezeichnet. Der zeitliche Abstand zwischen den Messkampagnen sollte den längerfristigen Änderungen in der Konstellation der GPS Satelliten Rechnung tragen. Bei einer Aufzeichnungsdauer von 24 Stunden werden alle kurzfristigen Änderungen in der Konstellation der GPS Satelliten abgebildet.

Empfänger und Antennen waren in einer Reihe mit einem Abstand von 25 cm auf einer Metallplatte angebracht, die auf einem 21,9 Meter langem Ausleger eines selbstfahrenden Rundlaufs bei der DLG Prüfstelle in Gross-Umstadt befestigt wurde. Die Position des zentralen Drehpunkts des Rundlaufs und von vier Referenzpunkten auf dem Radius der Auslegerlaufbahn konnten mit einem Trimble 4000 SSi GPS Empfänger zentimetergenau bestimmt werden. Der südwestliche Teil des Rundlaufs war teilweise durch das Dach einer Maschinenhalle abgeschattet. Dies sollte den Bedingungen in der landwirtschaftlichen Praxis Rechnung tragen, da es auch hier durch Bäume und Gebäude teilweise zur Abschattung des GPS Signals kommen kann. Der Versuchsaufbau ist schematisch in Abbildung 4.9 dargestellt.

<sup>11</sup>Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft

<sup>12</sup>zuzüglich gesetzliche Mehrwertsteuer

Abbildung 4.9: Versuchsaufbau GPS Genauigkeitstest am Rundlauf (schematisch)



Anschliessend erfolgte an den vier Referenzpunkten die Befestigung von Metallwinkeln in der Fahrbahn. Der Zeitpunkt, zu dem der Ausleger diese Punkte passierte, konnte durch einen am Ausleger angebrachten induktiven Näherungsschalter und einen RTK GPS Empfänger genau bestimmt werden. Mit dem RTK GPS Empfänger wurde ebenfalls laufend die Geschwindigkeit des Auslegers bestimmt und aufgezeichnet. Die Geschwindigkeiten werden von GPS Systemen mit einer Genauigkeit von besser als 0,1 m/s bestimmt (Herstellerangaben). Dies ist möglich, da die Geschwindigkeitsbestimmung nicht über die Laufzeiten der Signale, sondern über deren Dopplerverschiebung bestimmt werden [64].

Die Position des Auslegers zwischen den Referenzpunkten wurde auf der Basis der gemessenen Geschwindigkeiten extrapoliert:

1. Hierzu erfolgte zunächst die Bestimmung des zeitlichen Abstands zum Passieren des letzten Referenzpunktes ( $\Delta t$ ).
2. Für diesen Zeitraum wurde anschliessend die mittlere Geschwindigkeit aus den Daten des RTK GPS Empfängers berechnet ( $v_m$ ).
3. Aus der Länge des Auslegers  $r$ , dem Zeitraum  $\Delta t$  und der mittleren Geschwindigkeit  $v_m$  wurde die Position des Messtisches relativ zum Drehpunkt bestimmt.
4. Aus der absoluten Position des Drehpunktes und der relativen Position des Messtisches konnte anschliessend die absolute Position des Messtisches ( $X_M, Y_M$  in Formel 4.14 und 4.15) berechnet werden.

Durch Verrechnung des Versatzes der Antennen mit der Position des Reedkontaktes konnten die Sollpositionen der Prüflinge ermittelt und die Differenz zwischen den Sollpositionen und den von den Prüflingen ermittelten Positionen berechnet werden. Eine sehr ähnliche Methodik wurde bei den Versuchen von Han et al. [47] verwendet.

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\Delta t v_m}{r}\right) \quad (4.12)$$

$$\alpha = \gamma_{ref} - \beta \quad (4.13)$$

$$X_M = X_z + \sin(\alpha) * r + \cos(\alpha) * d \quad (4.14)$$

$$Y_M = Y_z + \cos(\alpha) * r + \sin(\alpha) * d \quad (4.15)$$

- $\beta$  : Winkel zum letzten Referenzpunkt
- $\Delta t$  : Zeit seit Passieren des letzten Referenzpunkts
- $v_m$  : mittlere Geschwindigkeit seit Passieren des letzten Referenzpunkts
- $r$  : Länge des Auslegers
- $d$  : Abstand Antenne - Messtischmitte in Fahrtrichtung
- $\alpha$  : azimuthaler Winkel des Auslegers gegen Norden
- $\gamma_{ref}$  : azimuthaler Winkel des letzten Referenzpunkts gegen Norden
- $X_M$  : Rechtswert der Position des Messtisches
- $Y_M$  : Hochwert der Position des Messtisches
- $X_z$  : Rechtswert des Drehpunktes des Auslegers
- $Y_z$  : Hochwert des Drehpunktes des Auslegers

Der Fehler bei der Positionsbestimmung könnte bei diesem Verfahren im schlechtesten Falle mehr als einen Meter betragen. Bei einer Vorfahrtsgeschwindigkeit von 2,9 m/s beträgt der Fehler des Geschwindigkeitsbestimmung 3,4 %. Die maximale Strecke, über die die Geschwindigkeiten zwischen zwei Referenzpunkten gemittelt werden, beträgt 34,40 m ( $\frac{2 * \pi * 21.9m}{4}$ ). Bei einem Fehler der Bestimmung der Geschwindigkeit von 3 % leitet sich ein maximaler Positionierungsfehler von 1,19 m ab.

Aufgrund von Versuchen, die Nutzer von Trimble AgGPS 132 Einfrequenz GPS Empfängern mit der Bestimmung von Wegstrecken und Geschwindigkeiten gesammelt haben, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Fehler wesentlich geringer ist. Ein Automobilhersteller hat bei einem Versuch die Genauigkeit der Geschwindigkeitsmessung eines Peissler-Rades mit der eines Trimble AgGPS 132 verglichen. Hierzu wurde eine Strecke von 1000 m mit einem Bandmass vermessen. Die von den beiden Messgeräten erfassten Geschwindigkeiten wurden zur Berechnung der gefahrenen Strecke mit dem Messintervall multipliziert und aufsummiert. Bei drei Versuchen wich die aus



den Messwerten des Trimble AgGPS 132 berechnete Strecke um weniger als 0,01 % von der tatsächlichen Entfernung ab (Suchy Data Systems, mündliche Mitteilung). Wenn die Ergebnisse dieser Versuche auf die Verhältnisse am Rundlauf übertragen werden, ergibt sich einer Fehler von 0,3 cm.

Da eine abschliessende Beurteilung des Fehlers unter den gegebenen Versuchsbedingungen nicht möglich ist, werden die berechneten und gemessenen Fehler mit einer Auflösung von 0,1 m angegeben.

#### 4.3.1.4 Feldversuche

Am 15.05.2003 wurde im Auftrag der Zeitschrift *profi*<sup>13</sup> ein mehrstündiger Test zur dynamischen Genauigkeit von acht GPS Empfängern durchgeführt. Bei diesem Versuch stand vor allem die Untersuchung der Qualität des EGNOS Korrektursignals im Mittelpunkt. Die getesteten GPS Empfänger sind in Tabelle 4.6 beschrieben.

Tabelle 4.6: Feldversuch zur GPS Genauigkeit, 15.05.2003, Beschreibung der GPS Empfänger

| <b>Bezeichnung</b>          | <b>Hersteller</b> | <b>Beschreibung</b>  | <b>Preis</b> |
|-----------------------------|-------------------|--|--------------|
| CSI Seres                   | CSI, Inc.         | 12 Kanal GPS Empfänger ohne differentielle Korrektur                         | 1000 EUR     |
| CMC Smart Antenne           | CMC, Inc.         | 12 Kanal GPS Empfänger mit EGNOS Korrektur                                   | 600 EUR      |
| Crux Compact Flash Card GPS | Crux, Inc.        | 12 Kanal GPS Empfänger mit EGNOS Korrektur                                   | 250 EUR      |
| Garmin GPS 16               | Garmin, Inc.      | 12 Kanal Handheld GPS Empfänger mit EGNOS Korrektur                          | 250 EUR      |
| Garmin GPS 72               | Garmin, Inc.      | 12 Kanal Handheld GPS Empfänger mit EGNOS Korrektur                          | 400 EUR      |
| Trimble AgGPS 132           | Trimble, Inc.     | 12 Kanal GPS Empfänger mit EGNOS Korrektur und ohne differentielle Korrektur | 3600 EUR     |
| Trimble AgGPS 132           | Trimble, Inc.     | 12 Kanal GPS Empfänger mit Omni-STAR Korrektur                               | 3600 EUR     |

Der Versuch wurde bei Adelschlag (Bayern) auf einer schwach nach Norden geneigten Stilleung durchgeführt. Der GPS- und Korrekturdatenempfang ist auf dem südwestlichen Teil dieser Fläche gegen Süden durch einen ca. 15 m hohen Forstbestand abgeschattet.

---

<sup>13</sup>[www.profi.com](http://www.profi.com)

Als Referenzsystem wurde bei diesem Versuch eine Claas C 45 Raupe mit einem Trimble AgGPS 214 RTK Empfänger als Rover und ein Trimble MS 750 RTK GPS Empfänger als Basisstation verwendet. Das RTK GPS System erreicht Genauigkeiten von 1 bis 2 cm (Herstellerangabe). Aufgrund der beschränkten Platzverhältnisse auf dem Kabinendach konnten die Antennen der GPS Empfänger nicht in einer Reihe angeordnet werden. Die Anordnung der Antennen ist in Abbildung 4.10 dargestellt.

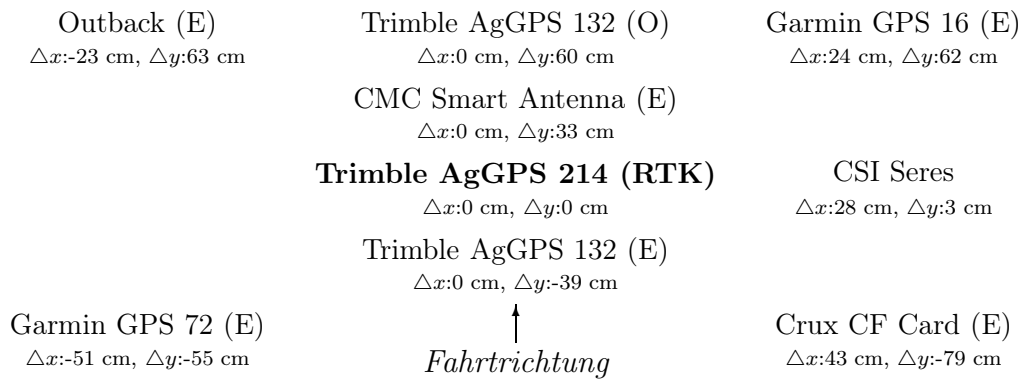


Abbildung 4.10: Antennenanordnung bei den Feldversuchen am 15.05.2003

Aus der vom RTK GPS Empfänger bestimmten Position ( $x_{Ref}, y_{Ref}$ ) und der ebenfalls durch diesen Empfänger angegebenen Fahrtrichtung ( $\alpha$ ) wurden die Sollantennenpositionen ( $x_{Soll}$  in 4.16,  $y_{Soll}$  in 4.17) der Prüflinge bestimmt :

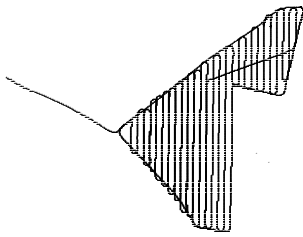
$$x_{Soll} = x_{Ref} - \sin(\alpha) \Delta x \quad (4.16)$$

$$y_{Soll} = y_{Ref} - \cos(\alpha) \Delta y \quad (4.17)$$

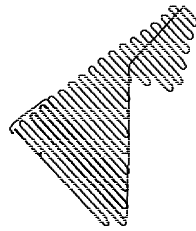
Nach Berechnung der Sollpositionen wurden die Differenzen zu den Positionen des Referenzsystems bestimmt (s. Abschnitt 4.3.1.2). Die von GPS Empfängern ausgegebene Fahrtrichtung wird ebenso wie die Geschwindigkeit nicht aus den Positionsmessungen abgeleitet, sondern über die Dopplerverschiebung der Satellitensignale bestimmt. Bei einer Genauigkeit von 1 Grad und einer maximalen Entfernung von 1 m zwischen Prüfling und Referenzempfänger kommt es bei dem hier beschriebenen Verfahren zu einem maximalen Fehler von 0,01 m. Der Fehler, der durch die Berechnung der Sollpositionen entsteht, ist somit kleiner als die Messgenauigkeit des Referenzsystems.

Der Versuch wurde in drei Teilen durchgeführt. Während aller Testfahrten betrug die Geschwindigkeit zwischen 7 und 8 km/h. Die Fahrspuren verliefen

parallel mit einem Abstand von 10 m. Die erste Fahrt erfolgte zwischen 08:36 und 10:04 (UTC, Greenwich Time), die zweite zwischen 10:10 und 11:02 und die dritte zwischen 11:05 und 11:20. Der Verlauf der Fahrspuren ist in Abbildung 4.11 dargestellt.



(a) Teil 1, 08:36 bis 10:04  
UTC



(b) Teil 2, 10:10 bis 11:02  
UTC



(c) Teil 3, 11:05 bis 11:20  
UTC

Abbildung 4.11: RTK Fahrspuren während der Feldversuche am 15.05.2003

### 4.3.2 Versuche zur relativen Messgenauigkeit verschiedener Ertragssensoren

Während der Ernte 2001 und 2002 wurden auf Gut Wittenfeld auf einem Mähdrescher drei Ertragsmesssysteme parallel eingesetzt. Der Mähdrescher MF 7272 war bei Auslieferung bereits mit einem Ertragsmesssystem ausgestattet. Zwei weitere Systeme wurden zusätzlich eingebaut. Eine ähnliche Versuchsanordnung in einem Prüfstand wird von Steinmayr [110] beschrieben. Die Eigenschaften der drei Ertragsmesssysteme sind vergleichend in Tabelle 4.7 dargestellt. Das Ertragsmesssystem der Firma RDS arbeitet nach dem Lichtschrankenprinzip. Das AgLeader Ertragsmesssystem verwendet für die Massenstromermittlung einen Prallplattensensor während das System der Firma Dronningborg den Massenstrom radiometrisch bestimmt (s. auch Abschnitt 4.1.1).

Tabelle 4.7: Vergleich von drei Ertragsmesssystemen; Sensoren und Messprinzip

| <b>Abkürzung</b>     | <b>X</b>       | <b>YLD</b>  | <b>FSY</b>    |
|----------------------|----------------|-------------|---------------|
| Hersteller           | RDS Technology | AgLeader    | Dronningborg  |
| Typ                  | Ceres II       | LH 565      | Datavision II |
| Neigungssensor       | ja             | nein        | nein          |
| Feuchtigkeitssensor  | ja             | ja          | ja            |
| Teilbreitenerfassung | ja             | ja          | nein          |
| Messprinzip          | Volumenstrom   | Massenstrom | Massenstrom   |

Während der Versuche wurden allen drei Ertragsmesssystemen die Positionsdaten eines einzigen GPS Empfängers zugeführt (Trimble AgGPS 132 mit OmniSTAR Korrektur), so dass bei der späteren Auswertung die relativen Fehler bei der Messwerterfassung sich lediglich auf Unterschiede in der Ertragserfassung zurückführen lassen. Die Systeme wurden regelmässig kalibriert und gemäss der Bedienungsanleitungen unter Praxisbedingungen eingesetzt. Nach Abschluss der Erntearbeiten wurden die Ertragsdaten mit dem in Abschnitt 4.1.4 beschriebenen Vorgehen verarbeitet und anschliessend Rasterertragskarten mit unterschiedlichen Rastergrössen erstellt (s. Abschnitt 4.1.5.1) und verglichen. Hierbei wurden sowohl die Korrelationskoeffizienten ortsgleicher Rastererträge berechnet als auch die Mittelwerte und Standardabweichungen der Rastererträge bestimmt und verglichen.

Insgesamt wurden Ertragsdaten von 7 Schlägen in 2 Erntejahren aufgezeichnet. Die Grundinformationen zu diesen Schlägen sind in Tabelle 4.8 dargestellt. Eine Darstellung der Schlagumrisse findet sich in Abbildung 8.1 im Anhang.

Tabelle 4.8: Erfassung von Ertragsdaten mit zwei Ertragsmesssystemen auf einem Mähdrescher; Grundinformation zu den Schlägen

| Schlag-Nr. | Schlagname     | Erntejahr | Grösse (ha) | Feldfrucht   |
|------------|----------------|-----------|-------------|--------------|
| 1          | Seminar        | 2001      | 6,79        | Weizen       |
| 2          | Allee          | 2002      | 15,66       | Roggen       |
| 3          | Bahndamm unten | 2002      | 6,40        | Roggen       |
| 4          | Lukas          | 2002      | 5,54        | Wintergerste |
| 5          | Priehof        | 2002      | 8,83        | Weizen       |
| 6          | Schlag1        | 2002      | 12,07       | Weizen       |
| 7          | Seminar        | 2002      | 6,79        | Wintergerste |
| 8          | Wittenfeld     | 2002      | 12,15       | Weizen       |

### 4.3.3 Vergleich von Ertragskarten aus gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten

Die Ertragsdaten des AgLeader und des Dronningborg Ertragsmesssystems wurden mit der H-Methode gefiltert. Die Filterung der Datensätze des RDS Ertragsmesssystems konnte wegen fehlender oder falscher Zeitinformationen in den Datensätzen nur für einzelne Schläge durchgeführt werden. Gefilterte und ungefilterte Ertragsdaten des AgLeader und des Dronningborg Ertragsmesssystems wurden paarweise miteinander verglichen. Bei der Auswertung wurde dabei folgendes Vorgehen gewählt :

1. Import der Daten wie in Abschnitt 4.1.4 beschrieben
2. Filterung der Daten wie in Abschnitt 4.2 beschrieben
3. Erstellung von Ertragskarten (s. Abschnitt 4.1.5.1), Variation der Rastergrösse (5 bis 50 m in 5 m Schritten), der Wichtung (1, 1.5, 2) und des Suchradiuses (1-,1.5-,2-fache der Rastergrösse)
4. Vergleich ortsgleicher Rasterzellen der gefilterten und ungefilterten Ertragskarten :

- (a) Berechnung der Korrelationskoeffizienten der Erträge und Standardabweichungen der Ertragsmesswerte innerhalb der Suchradien für die gefilterten und ungefilterten Ertragskarten aus den Ertragsdaten der beiden Systeme
- (b) Bestimmung der mittleren, minimalen und maximalen Differenzen der Rastererträge für die gefilterten und ungefilterten Ertragskarten aus den Ertragsdaten der beiden Systeme
- (c) Bestimmung der Standardabweichung der Differenzen der Rastererträge für die gefilterten und ungefilterten Ertragskarten aus den Ertragsdaten der beiden Systeme

Aus den Variationen der Interpolationsparameter resultierten 90 Ertragskarten pro Schlag, Ertragsmesssystem und gefiltertem und ungefiltertem Datensatz. Insgesamt wurden 2880 Ertragskarten und 1440 Ertragsdifferenzkarten erstellt. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung sind in den Tabellen 8.1 bis 8.24 im Anhang dargestellt. Für jede Gruppe von Variationen der Interpolationsparameter wurde zusammenfassend der mittlere, der mittlere minimale und der mittlere maximale Rasterertrag bestimmt. Ausserdem wurde die Standardabweichung der mittleren Differenzen und die mittlere minimale und maximale Standardabweichung der Ertragsmesswerte innerhalb der Suchradien berechnet und der Filterquotient (Prozentsatz der gelöschten Daten) ermittelt.

Die Variation der Interpolationsparameter soll den Einfluss dieser Parameter auf die Ergebnisse des Vergleichs deutlich machen. Die Berechnung der Standardabweichungen und der Mittelwerte der Rastererträge über alle Variationen erlaubt zudem Rückschlüsse darauf, ob die Filterung einen Einfluss auf die Variation und die Spannweite der Mittelwerte und Standardabweichungen hat. So sollte z.B. untersucht werden, ob die Standardabweichung der mittleren Rastererträge über alle Rastergrößen durch die Filterung vermindert wird. Dies würde den Rückschluss erlauben, dass Ertragskarten mit kleineren Rastergrößen den mit grösseren Rastergrößen durch die Filterung vergleichbarer werden.

#### 4.3.4 Vergleich von Interpolationsverfahren für die Ertragskartenerstellung

Aus den ungefilterten und gefilterten Daten, die mit den beiden Ertragsmesssystemen erfasst worden waren, wurden Ertragskarten mit *Inverse Distance to a Power* und mit *Kriging* berechnet. Die Zellgrösse betrug für beide Verfahren 5 m. Beim *Inverse Distance* Verfahren betrug der Suchradius 10

m. Dem *Kriging* Verfahren wurde bei der Schätzung ein lineares Semivariogramm zugrunde gelegt. Bei Verwendung von sphärischen und logarithmischen Modellen unterschieden sich die Ergebnisse nur geringfügig. Die Berechnung der Schätzwerte erfolgte mit der Software SURFER 8.0 [43].

Nach der Berechnung der Ertragskarten wurden die gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten mit den Schätzwerten der Karte verglichen und die Differenz zwischen Messwert und Schätzwert bestimmt. Diese Differenz wird als Gridresiduum bezeichnet. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Gridresiduen aller Ertragskarten wurden bestimmt und nach Schlag, Ertragssensor, Datenstatus und Interpolationsverfahren gruppiert.

# 5

## Ergebnisse

### 5.1 Positionsfehler von GPS Sensoren im Feldeinsatz

Die Möglichkeit die Position des Erntefahrzeugs während der Ertragerfassung ausreichend genau zu bestimmen ist neben der hinreichend genauen Erfassung des lokalen Ertrags selbst eine Grundvoraussetzung für die sachgerechte Durchführung des Verfahrens Ertragskartierung. Da die räumliche Auflösung von Ertragskarten durch die Schnittbreite des Mähdreschers begrenzt ist, sollte der maximale Fehler von GPS Sensoren, die bei der Ertragerfassung eingesetzt werden, im Bereich der halben Schnittbreite des Mähdreschers liegen.

#### 5.1.1 Versuche am Rundlauf

Im Mai und Juni 2002 wurden an drei Tagen über 24 Stunden die dynamischen Genauigkeiten von sechs GPS Empfängern auf einem Rundlauf der DLG Prüfstelle in Gross-Umstadt getestet (s.a. Abschnitt 4.3.1.3). Die Daten wurden bezüglich der Abweichung von der Referenzpositionen nach Standardmethoden bewertet [119]. Aufgrund der grossen Anzahl von Messwerten und der Aufteilung der Messkampagnen auf drei nicht aufeinanderfolgende Tage kann erwartet werden, dass die Ergebnisse dieses Versuches eine hohe Aussagekraft haben.

**Gemessene Abweichungen.** Die Ergebnisse der Auswertungen sind in Tabelle 5.1 dargestellt. Die gemessene Abweichung gibt an, welchen Radius ein Kreis um die wahre Position hat, in dem 50 %, 68 %, 95 % bzw. 99 % der Messwerte liegen.



Tabelle 5.1: Ergebnisse der Versuche zur GPS Genauigkeit am Rundlauf im Mai/Juni 2002 : gemessene und berechnete Abweichungen; n = Anzahl der Messwerte

| <b>Gemessene Abweichungen (m)</b> |          |                       |                       |                        |                        |
|-----------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Genauigkeitsmasse</b>          |          |                       |                       |                        |                        |
|                                   | <b>n</b> | <b>CEP<br/>(50 %)</b> | <b>RMS<br/>(68 %)</b> | <b>2RMS<br/>(95 %)</b> | <b>3RMS<br/>(99 %)</b> |
| Garmin GPS Maus                   | 229889   | 2,2                   | 2,9                   | 5,7                    | 6,7                    |
| Trimble AgGPS 132                 | 229890   | 1,8                   | 2,4                   | 4,7                    | 6,1                    |
| geo-kombi 12 B plus               | 229860   | 0,7                   | 0,9                   | 2,1                    | 3,0                    |
| Leica GS50                        | 229284   | 0,4                   | 0,5                   | 1,2                    | 1,6                    |
| Trimble AgGPS 114                 | 229807   | 0,3                   | 0,4                   | 1,1                    | 7,6                    |
| OmniSTAR HP 8200                  | 228220   | 0,2                   | 0,3                   | 1,3                    | 2,6                    |

| <b>Berechnete Abweichungen (m)</b> |          |                       |                       |                        |                        |
|------------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Genauigkeitsmasse</b>           |          |                       |                       |                        |                        |
|                                    | <b>n</b> | <b>CEP<br/>(50 %)</b> | <b>RMS<br/>(68 %)</b> | <b>2RMS<br/>(95 %)</b> | <b>3RMS<br/>(99 %)</b> |
| Garmin GPS Maus                    | 228740   | 2,3                   | 2,9                   | 4,8                    | 6,0                    |
| Trimble AgGPS 132                  | 228741   | 2,0                   | 2,5                   | 4,2                    | 5,2                    |
| geo-kombi 12 B plus                | 228481   | 0,9                   | 1,1                   | 1,9                    | 2,3                    |
| Leica GS50                         | 226762   | 0,5                   | 0,6                   | 1,1                    | 1,3                    |
| Trimble AgGPS 114                  | 221074   | 0,4                   | 0,4                   | 0,7                    | 0,9                    |
| OmniSTAR HP 8200                   | 216581   | 0,3                   | 0,4                   | 0,7                    | 0,8                    |

Der OmniSTAR HP Empfänger weist die höchsten CEP und RMS Genauigkeiten auf. Die 2RMS bzw. 3RMS Genauigkeiten des Trimble AgGPS 114 mit OmniSTAR Korrektur und des Leica GS50 sind geringfügig höher. Dies kann durch die zeitweilige Abschattung des OmniSTAR HP Signals durch das Dach der Maschinenhalle erklärt werden. Zweifrequenz RTK Empfänger reagieren auf solche Störungen wesentlich empfindlicher als Einfrequenz GPS Empfänger. Die geringe 3 RMS Genauigkeit des Trimble AgGPS 114 ist vermutlich auf Interferenzstörungen aufgrund eines zu geringen Abstandes der GPS Antennen zurückzuführen.

Alle direkt aus den Messwerten abgeleiteten Positionsgenauigkeitsmasse des geo-kombi 12 B, der seine GPS Korrekturdaten über Langwelle und UKW empfängt, waren höher als die des Trimble AgGPS 132 mit OmniSTAR Kor-

rektur und die des Leica GS50 Empfängers. Die Positionsfehler des geo-kombi 12 B waren im Mittel doppelt so hoch wie die des Leica GS50.

Die gemessenen Positionsgenauigkeiten der beiden unkorrigierten GPS Empfänger (Garmin GPS Maus, Trimble AgGPS 132) waren deutlich geringer als die des geo-kombi 12 B, wobei der Trimble AgGPS 132 in allen Fällen die Position etwa 20 % genauer bestimmte als die Garmin Maus.

**Berechnete Abweichungen.** Die hier verwendeten Genauigkeitsmasse können auch aus dem CEP Fehler rechnerisch abgeleitet werden [119]. Die berechneten Abweichungen sind in weiten Teilen den beobachteten sehr ähnlich. Es ist jedoch auffällig, dass die berechneten 3RMS Genauigkeiten des Trimble AgGPS 114 (0,9 m) erheblich höher waren als die gemessenen (7,6 m). Dies ist auf die interferenzbedingten Ausreisser und darauf zurückzuführen, dass dieser Wert aus der CEP Genauigkeit berechnet wird. In der CEP Genauigkeit spiegeln sich interferenzbedingten Messfehler aufgrund ihrer geringen Anzahl jedoch nicht wieder.

Die berechneten 2RMS und 3RMS Genauigkeiten des OmniSTAR HP, des Trimble AgGPS 114 und des Leica GS50 Empfängers waren am höchsten. Die Genauigkeitsmasse weisen im Vergleich zu den anderen getesteten GPS Empfängern relativ geringe Unterschiede auf. Der geo-kombi 12 B plus bestimmte seine Position im Mittel etwa nur halb so genau wie die drei genauesten GPS Empfänger. Die 2 RMS und 3 RMS Genauigkeiten der unkorrigierten GPS Empfänger Garmin GPS Maus und AgGPS 132 lagen über 4 m. Die Messwerte dieser Empfänger waren somit mehr als doppelt so ungenau wie die des geo-kombi 12 B plus.

**Schlussfolgerungen.** Mit dem Zweifrequenzkorrektursignal OmniSTAR HP und entsprechenden GPS Empfängern (OmniSTAR HP 8300, Trimble AgGPS 252) kann die Position eines Erntefahrzeugs genauer bestimmt werden, als mit Einfrequenz GPS Empfängern. Hierfür sind gute Empfangsbedingungen ohne Abschattung durch Bäume oder Gebäude erforderlich. Die Genauigkeit von GPS Empfängern, die OmniSTAR HP Korrekturen verwenden, übertrifft die Anforderungen, die im Rahmen der lokalen Ertragsermittlung gestellt werden. Aufgrund der hohen Lizenzpreise für das OmniSTAR Korrektursignal (ab 1195 EUR/annum; Stand 2005), wird dieses wohl auf Erntemaschinen nicht ausschliesslich für die lokalen Ertragsermittlung eingesetzt werden. Mit dem zunehmenden Einsatz von automatischen Lenksystemen auf Mähdreschern stehen die Positionsmesswerte von OmniSTAR HP korrigierten GPS Empfängern jedoch auch für die Erfassung von Positionen

bei der lokalen Ertragsermittlung zur Verfügung.

Die beiden Einfrequenz GPS Empfänger Trimble AgGPS 114 und Leica GS50, die mit kostenpflichtigen L-Band Korrekturen (OmniSTAR VRC, ab 795 EUR/annum; Stand 2005) getestet wurden, erreichten Positionsgenauigkeiten im Bereich von einem Meter und darunter. Solche Genauigkeiten, die deutlich besser als die halbe Schnittbreite eines Mähdreschers sind, können als für die lokalen Ertragsermittlung vollkommen ausreichend erachtet werden.

Der geo-kombi 12 B GPS Empfänger, der über Langwelle übertragene Korrekturen verwendete, war mit einer 2RMS Genauigkeit von 1,9 m deutlich ungenauer als die beiden Einfrequenz GPS Empfänger, die L-Band Korrekturen verwendeten. Da diese Genauigkeit die halbe Schnittbreite handelsüblicher Mähdrescher unterschreitet, ist der geo-kombi 12 B plus theoretisch für den Einsatz bei der lokalen Ertragsermittlung geeignet. Über Langwelle übertragene Korrekturdaten werden jedoch durch Stellmotoren und andere elektrische Verbraucher auf Mähdreschern gestört. Der Empfang des Korrektursignals wird hierdurch so stark beeinträchtigt, dass GPS Empfänger mit Langwellenempfangsteil auf Mähdreschern in der Regel unkorrigierte Positionen ausgeben.

Unkorrigiertes GPS erscheint auch nach der Abschaltung von SA (s. Seite 43) nur bedingt für die Positionierung von Mähdreschern bei der lokalen Ertragsermittlung geeignet. Die 2 RMS Genauigkeiten der ohne differentielle Korrekturen getesteten GPS Empfänger (4,2 m bis 5,7 m) lagen im Bereich der halben Schnittbreite eines Grossmähdreschers und deutlich über der halben Schnittbreite von Mähdrescher, die überwiegend in der Praxis eingesetzt werden.

Die Ergebnisse der Versuche zur dynamischen Genauigkeit unterschiedlicher GPS Empfänger am Rundlauf der DLG zeigen, dass mit verfügbarer GPS Technik eine für die lokalen Ertragsermittlung ausreichende Genauigkeit zuverlässig erreicht werden kann. Die erforderlichen Genauigkeiten wurden jedoch nur mit differentiellen Korrekturen erreicht, auf die trotz Abschaltung des künstlichen Störsignals SA nicht verzichtet werden kann.

### 5.1.2 Feldversuche

Bei den Versuchen zur Prüfung der GPS Genauigkeit im Mai 2003 wurden acht GPS Empfänger vor allem in Hinblick auf die Verfügbarkeit und Qualität des Korrektursignals EGNOS (s. S. 43) und auf ihre Spur-zu-Spur Genauigkeit hin untersucht (s.a. Abschnitt 4.3.1.3). Einerseits sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen wegen der im Vergleich zu den in Abschnitt 5.1.1 beschriebenen Versuche kurzen Beobachtungszeiträumen von 30, 45 und 15

Minuten in der Aussagekraft sicherlich geringer zu bewerten. Andererseits wurden die hier beschriebenen Ergebnisse unter praxisnäheren Bedingungen im Feldeinsatz gewonnen. Die Auswertung der drei Testfahrten ist in Tabelle 5.2 dargestellt.

Tabelle 5.2: Ergebnisse des Feldversuchs zur GPS Genauigkeit am 15.05.2003 in Gut Wittenfeld, Adelschlag

| Testfahrt<br>Mass | 1     |      |      | 2    |      | 3    |      |
|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                   | CRTR  | RMS  | 2RMS | RMS  | 2RMS | RMS  | 2RMS |
| AgGPS 132         | -     | -    | -    | 1,5  | 1,8  | 0,7  | 0,9  |
| AgGPS 132 (E)     | -0,02 | 1,0  | 1,8  | -    | -    | -    | -    |
| AgGPS 132 (O)     | 0,25  | 0,4  | 0,7  | 0,4  | 0,6  | 0,5  | 0,6  |
| CMC               | -1,64 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| Crux (E)          | -0,87 | 3,3  | n.b. | 3,2  | n.b. | 2,9  | 4,9  |
| CSI Seres         | 0,85  | 2,0  | 5,0  | 1,8  | 2,8  | 2,4  | 3,4  |
| Garmin 16 (E)     | 0,5   | 2,3  | 4,1  | 2,0  | 3,0  | 1,3  | 2,3  |
| Garmin 72 (E)     | -0,31 | n.b. | n.b. | 2,8  | n.b. | 2,6  | n.b. |
| Outback (E)       | 0,05  | 0,4  | 0,8  | 0,6  | 0,8  | 0,8  | 0,9  |

**CRTR** : mittlerer Spurfehler in m, Mittelwert über alle Testfahrten

**RMS** : 68 % Genauigkeit in m

**2RMS** : 95 % Genauigkeit in m

- : keine Messung

**n.b.** : nicht bestimmbar

**E** : EGNOS Korrektur

**O** : OmniSTAR Korrektur

Der Trimble AgGPS 132 wurde nur in der ersten Messkampagne mit EGNOS Korrekturen eingesetzt. Während dieser Messkampagne stellte sich heraus, dass der Empfänger für die Positionsbestimmung nur die Satelliten verwendete, für die auch EGNOS Korrekturen verfügbar waren. Aus diesem Grund wiesen die Positionsmesswerte des Gerätes deutlich unterdurchschnittliche Genauigkeiten auf. Das Gerät wurde in den beiden folgenden Messkampagnen ohne differentielle Korrektur getestet. In der Zwischenzeit (Stand Juli 2005) hat die Firma Trimble eine neue Firmware für diesen Empfänger bereit gestellt, die das oben beschriebene Problem behebt. Mit dieser Firmware sind mit dem EGNOS Korrektursignal nach Mitteilung der Firma geo-konzept GmbH<sup>1</sup> Genauigkeiten von 1,2 bis 1,5 m (95 %) erreichbar (mündliche Mitteilung).

<sup>1</sup>geo-konzept GmbH, Gut Wittenfeld, 85111 Adelschlag, <http://www.geo-konzept.de>

Der Trimble AgGPS 132 und der Outback GPS Empfänger haben die Position des Fahrzeugs im Vergleich zu den anderen Empfängern mit einer wesentlich höheren Genauigkeit bestimmt. Sowohl die RMS als auch die 2 RMS Genauigkeiten waren bei allen Versuchen kleiner als 1 m. Während die RMS Genauigkeiten des Trimble AgGPS 132 bei allen Versuchen einen Wert von kleiner oder gleich 0,5 m annehmen, verschlechtert sich die RMS Genauigkeit des Outback Empfängers über die Zeit zunehmend von 0,4 auf 0,8 m.

Der Trimble AgGPS 132 konnte mit EGNOS und ohne differentielle Korrekturen die Position des Fahrzeugs mit einer Genauigkeit von besser als 1,8 m (2 RMS) bestimmen. Die bei der zweiten und dritten Testfahrt ohne differentielle Korrektur ermittelten 2 RMS Werte (1,8 m bzw. 0,9 m) sind im Mittel sogar genauer als die bei der ersten Testfahrt mit EGNOS Korrekturen (1,8 m). Sowohl die RMS als auch die 2 RMS Genauigkeiten des unkorrigierten Trimble AgGPS 132 lagen beim dritten Versuch unterhalb denen des Outback Empfängers.

Alle anderen getesteten GPS Empfänger wiesen bei diesem Versuch deutlich geringere Genauigkeiten auf. Für einige Geräte konnte die 2 RMS Genauigkeit nicht oder teilweise nicht bestimmt werden. Die höchste Genauigkeit dieser Empfängergruppe erreichte der Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur und der CSI Seres ohne differentielle Korrektur. Bei diesen Empfängern konnten für alle Messkampagnen 2 RMS Genauigkeiten von kleiner oder gleich 5 m bestimmt werden. Die 2 RMS Genauigkeiten während der zweiten und dritten Testfahrt sind sogar kleiner als 3,5 m. Die RMS Genauigkeiten liegen in einem Bereich von 2 m. Der Crux CF Card Empfänger und die CMC Smart Antenne lieferten vor allem für die längeren ersten beiden Messkampagnen Abweichungen, die ausserhalb des betrachteten Wertebereichs von 5 m lagen.

Die Streudiagramme der Abweichungen von der Referenzposition und die Ablagen von der Fahrspur sind auf den Seiten 140 bis 163 im Anhang dargestellt. Sie verdeutlichen, dass die Messwerte der Positionen der hochwertigen GPS Empfänger (Trimble AgGPS und Outback) nicht nur wesentlich näher an der Referenzposition liegen, sondern auch wesentlich weniger um diese streuen. Bei diesen Empfängern finden sich auch schmale Verteilungen bei der Darstellung der Ablagen von der Referenzfahrspur.

Bei den preisgünstigeren Empfängern liegen die Messwerte in den Streudiagrammen teilweise ausserhalb des betrachteten Wertebereichs (s.S. 141). Die Balkendiagramme, die die Ablage von der Referenzfahrspur darstellen sind dementsprechend breit ausgebildet, Maxima sind nicht zu erkennen (s.S. 155).

**Schlussfolgerungen.** Für den Einsatz bei der Ertragskartierung erscheinen vor allem hochwertige GPS Empfänger wie der Trimble AgGPS 132 und der Outback geeignet zu sein. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Erreichung einer Genauigkeit im Bereich der halben Schnittbreite eines praxisüblichen Mähdreschers mit diesen Empfängern auch mit EGNOS Korrekturen oder sogar ohne differentielle Korrektur sichergestellt werden kann. Von den kostengünstigeren GPS Empfängern, die vor allem im Freizeitbereich oder für das Flottenmanagement konzipiert sind, kann nur der Garmin GPS 16 als tauglich für die Positionsbestimmung bei der Ertragskartierung angesehen werden. Alle anderen Empfänger erfüllen die Anforderung einer 2 RMS Genauigkeit von weniger als der halben Schnittbreite eines Mähdreschers nicht.

## 5.2 Relative Genauigkeit von Ertragsensoren und Datenfilterung

Die Bestimmung der absoluten Genauigkeit von Ertragsmessungen im Feld ist auf Schlagenebene durch das Verwiegen des Ernteguts einfach zu bewerkstelligen. Demgegenüber ist die Bestimmung der Genauigkeit auf Teilschlagenebene oder gar die Bestimmung der Genauigkeit einzelner Ertragsmesswerte sehr aufwändig [32].

Um die relative Genauigkeit von Ertragsmessungen untersuchen zu können, wurden mehrere Ertragsmesssysteme auf einem Mähdrescher installiert und die Ertragsmessungen an gleichen Positionen verglichen. In einem weiteren Schritt wurden die Ertragsdaten der unterschiedlichen Ertragsmesssysteme mit der H-Methode gefiltert. Eine Gegenüberstellung von gefilterten und ungefilterten Ertragsmessungen sollte Aufschluss darüber geben, ob die relativen Unterschiede zwischen den Ertragsmesssystemen durch die Filterung vermindert werden.

### 5.2.1 Vergleich von Ertragsmessungen mit unterschiedlichen Ertragsensoren

Im Jahr 2001 und 2002 wurden Ertragsdaten auf einem Mähdrescher mit drei verschiedenen Ertragsmesssystemen aufgezeichnet (s. Abschnitt 4.3.2). Der Schwerpunkt der Auswertungen lag beim Vergleich des AgLeader und des Dronningborg Ertragsmesssystems.

Die Datensätze der beiden Systeme von sieben Schlägen wurden in gefilterter und ungefilterter Form ausgewertet. Um Skaleneffekte durch die Grösse der Rasterzellen und die Suchradien auszuschliessen, erfolgte bei der Ertrags-

kartenerstellung (s. Abschnitt 4.1.5) eine Variation der Rastergrösse, der Wichtung der Distanz und des Suchradiuses. Für jede Ertragskarte wurde der mittlere, der minimale und der maximale Rasterertrag sowie die Standardabweichung der Rastererträge berechnet. Im Rahmen der Ertragskartenerstellung wurden auch die Standardabweichungen der Ertragsmesswerte innerhalb des Suchradiuses bestimmt. Die Minima und Maxima dieses Wertes sind ebenfalls für jede Ertragskarte bestimmt worden. Die Ergebnisse der Auswertungen sind vollständig in den Tabellen 8.1 bis 8.24 im Anhang dargestellt. Für jede Ertragskarte wurden die oben genannten Parameter über alle Variationen der Interpolationsparameter gemittelt und in Tabelle 5.3 dargestellt.

Tabelle 5.3: Statistische Kennzahlen der Auswertung von Ertragskarten aus Rohdaten von zwei Ertragsmesssystemen

| Nr.                 | 1    | 2     | 3    | 4    | 5     | 6    | 7    | 8     | $\bar{x}$   | s           |
|---------------------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-------------|-------------|
| <b>AgLeader</b>     |      |       |      |      |       |      |      |       |             |             |
| <b>MiY</b>          | 1,89 | 1,96  | 1,51 | 2,20 | 2,00  | 1,88 | 1,59 | 2,35  | <b>1,92</b> | <b>0,28</b> |
| <b>MaY</b>          | 9,70 | 10,82 | 7,89 | 8,60 | 9,93  | 9,70 | 6,49 | 10,31 | <b>9,18</b> | <b>1,43</b> |
| <b>MY</b>           | 6,87 | 5,74  | 4,19 | 5,29 | 6,74  | 6,87 | 4,19 | 7,45  | <b>5,92</b> | <b>1,27</b> |
| <b>STD</b>          | 1,76 | 1,19  | 1,05 | 1,13 | 1,52  | 1,78 | 0,87 | 1,59  | <b>1,36</b> | <b>0,35</b> |
| <b>SMi</b>          | 0,58 | 0,23  | 0,41 | 0,99 | 0,41  | 0,37 | 0,33 | 0,62  | <b>0,49</b> | <b>0,24</b> |
| <b>SMa</b>          | 7,82 | 9,99  | 7,35 | 5,48 | 7,06  | 5,87 | 7,70 | 6,36  | <b>7,21</b> | <b>1,41</b> |
| <b>Dronningborg</b> |      |       |      |      |       |      |      |       |             |             |
| <b>MiY</b>          | 4,72 | 3,35  | 2,22 | 2,70 | 5,17  | 4,03 | 1,80 | 1,68  | <b>3,21</b> | <b>1,33</b> |
| <b>MaY</b>          | 8,54 | 8,35  | 5,39 | 5,92 | 10,23 | 9,98 | 4,25 | 9,99  | <b>7,83</b> | <b>2,34</b> |
| <b>MY</b>           | 7,19 | 6,27  | 3,89 | 4,74 | 8,44  | 7,71 | 3,30 | 6,79  | <b>6,04</b> | <b>1,87</b> |
| <b>STD</b>          | 0,87 | 1,03  | 0,64 | 0,65 | 1,03  | 1,32 | 0,55 | 2,07  | <b>1,02</b> | <b>0,50</b> |
| <b>SMi</b>          | 0,15 | 0,13  | 0,15 | 0,11 | 0,13  | 0,09 | 0,16 | 0,10  | <b>0,13</b> | <b>0,02</b> |
| <b>SMa</b>          | 1,80 | 2,35  | 1,35 | 1,51 | 2,36  | 2,41 | 1,09 | 3,26  | <b>2,02</b> | <b>0,71</b> |

|           |  |
|-----------|--|
| Nr.       | fortlaufende Schlagnummer gemäss Tabelle 4.8                         |
| MiY       | mittlerer Minimalertrag [t/ha]                                       |
| MaY       | mittlerer Maximalertrag [t/ha]                                       |
| MY        | mittlerer Ertrag [t/ha]  |
| STD       | Standardabweichung der mittleren Erträge [t/ha]                      |
| SMi       | mittlere minimale Standardabweichung innerhalb der Suchradien [t/ha] |
| SMa       | mittlere maximale Standardabweichung innerhalb der Suchradien [t/ha] |
| $\bar{x}$ | Mittelwert   |
| s         | Standardabweichung   |

### 5.2.1.1 Vergleich von ungefilterten Ertragsdaten

**AgLeader Ertragsmesssystem.** Der Mittelwert des Ertrages über alle Schläge beträgt 5,92 t/ha und variiert zwischen 4,19 t/ha auf Schlag 7 und 7,45 t/ha auf Schlag 8. Die mittleren minimalen Rastererträge liegen bei allen Schlägen im Bereich von 2 t/ha (Standardabweichung 0,28 t/ha), die mittleren maximalen Rastererträge (Standardabweichung 1,43 t/ha) variieren stärker und betragen bis zu 10,31 t/ha. Die Standardabweichung der mittleren Erträge über alle Variationen der Interpolationsparameter beträgt 1,36 t/ha und ist somit höher als die Standardabweichung über die Schläge. Die Unterschiede zwischen Ertragskarten unterschiedlicher Rastergrösse eines Schlages sind also grösser als die Unterschiede zwischen den mittleren Erträgen auf den untersuchten Schlägen. Die mittlere minimale Standardabweichung in den Suchradien beträgt 0,49 t/ha und variiert stärker als die mittlere maximale Standardabweichung in den Suchradien. Diese ist für alle Schläge ausser Schlag 8 höher als der mittlere Ertrag. Die Messwerte innerhalb der Suchradien weisen also teilweise eine so hohe Variation auf, dass ein aus ihnen berechneter Schätzwert statistisch nicht signifikant von Null verschieden ist.

**Dronningborg Ertragsmesssystem.** Der Mittelwert des mit dem Dronningborg Ertragsmesssystem über alle Schläge ermittelten Ertrages beträgt 6,04 t/ha und variiert zwischen 3,30 t/ha und 8,44 t/ha (Standardabweichung 1,87 t/ha). Der mittlere Minimalertrag der Rasterzellen beträgt 3,21 t/ha, wobei dieser Wert eine Spannweite von 1,68 t/ha bis 5,17 t/ha aufweist. Die Spannweite der maximalen Rastererträge (4,23 bis 10,23 t/ha) ist erheblich höher und weist eine grössere Standardabweichung (2,43 t/ha) auf, als die mittleren Erträge. Die Standardabweichungen der mittleren Erträge über alle Interpolationsparameter liegen für alle Schläge ausser Schlag 6 und 8 im Bereich von 1 t/ha oder darunter. Auf Schlag 8 ist dieser Wert mit 2,07 t/ha deutlich höher als auf allen anderen Schlägen. Die Ertragskarten auf diesem Schlag sind also deutlich skalenvarianter und hängen mehr von der Variation der Interpolationsparametern ab. Die mittleren minimalen Standardabweichungen der Ertragsmesswerte innerhalb des Suchradiuses befinden sich für alle Schläge stabil in einem Bereich um 0,13 t/ha (Standardabweichung 0,02 t/ha). Die mittleren maximalen Standardabweichungen weisen demgegenüber eine grössere Spannweite auf (1,09 t/ha bis 3,26 t/ha) auf und nehmen vor allem für Schlag 8 einen im Vergleich mit anderen Schlägen (Mittelwert 2,02 t/ha) hohen Wert an.



**Vergleich AgLeader/Dronningborg.** Die Rohdaten der beiden Ertragsmesssysteme unterscheiden sich deutlich in den statistischen Kennzahlen. Beim mittleren Rasterertrag ist der Unterschied zwischen den Mittelwerten relativ gering. Die mit dem System von AgLeader erfassten Daten weisen bei deutlich geringerer Varianz einen im Vergleich zu den Daten des Systems von Dronningborg etwas niedrigeren mittleren Ertrag auf. Es fällt jedoch auf, dass das System von Dronningborg bei Schlägen mit geringeren mittleren Erträgen (Schlag 4 und 7) niedrigere mittlere Erträge und bei Schlägen hohen mittleren Erträgen höhere mittlere Erträge aufweist als das System von AgLeader. Die Spanne zwischen den mittleren Minimalerträgen und den mittleren Maximalerträgen ist beim System von AgLeader wesentlich höher als bei den Rohdaten des Systems von Dronningborg. Die Standardabweichungen der mittleren Rastererträge sind für alle Schläge ausser Schlag 8 beim System von Dronningborg deutlich geringer. Insbesondere die mittlere maximale Standardabweichung der Ertragsmesswerte innerhalb des Suchradiuses ist beim System von AgLeader deutlich höher (7,21 t/ha) als beim System von Dronningborg (2,57 t/ha).

#### 5.2.1.2 Vergleich von gefilterten Ertragsdaten

Die Ergebnisse der Untersuchungen von mit der H-Methode gefilterten Ertragsdaten sind in Tabelle 5.4 zusammengestellt.

**AgLeader.** Die mittleren minimalen Rastererträge sind nach der Filterung bei allen Schlägen deutlich höher (im Mittel um 46 %). Die mittleren maximalen Erträge wurden durch die Filterung in den meisten Fällen deutlich verringert, im Mittel um 11,4 % von 9,18 t/ha auf 8,24 t/ha. Nur bei Schlag 1 blieb der maximale mittlere Rasterertrag durch die Filterung fast unverändert. Während die Standardabweichung der maximalen mittleren Rastererträge durch die Filterung nicht berührt wurde, ist die Standardabweichung der minimalen Rastererträge nach der Filterung um 72,3 % erhöht. Der mittlere Ertrag aller gefilterten Ertragskarten ist mit 6,66 t/ha gegenüber dem Mittelwert der ungefilterten Daten erhöht (Zunahme um 11,2 %). Diese Zunahme konnte bei allen Schlägen beobachtet werden. Auch die Unterschiede zwischen den Schlägen wurde durch die Filterung erhöht. Die Standardabweichung der mittleren Erträge nimmt durch die Filterung um 15 % zu. Die Standardabweichung der mittleren Erträge aller Variationen der Interpolationsparameter konnte durch die Filterung im Mittel um 65,5 % reduziert werden. Die Unabhängigkeit von den Interpolationsparametern wurde durch die Filterung also erhöht. Diese Verminderung ist bei allen Schlägen - wenn auch in unterschiedlich starker Ausprägung - zu beobachten. Die mittlere mi-

Tabelle 5.4: Statistische Kennzahlen der Auswertung von Ertragskarten aus gefilterten Daten von zwei Ertragsmesssystemen

| Kennwert            | Schlag |      |      |      |       |       |      |      | $\bar{x}$   | $\Delta\bar{x}$ | s           | $\Delta s$ |
|---------------------|--------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------------|-----------------|-------------|------------|
|                     | 1      | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7    | 8    |             |                 |             |            |
| <b>AgLeader</b>     |        |      |      |      |       |       |      |      |             |                 |             |            |
| <b>MiY</b>          | 4,05   | 2,89 | 2,43 | 3,74 | 4,57  | 3,07  | 2,66 | 5,30 | <b>3,59</b> | +46 %           | <b>1,01</b> | +72 %      |
| <b>MaY</b>          | 9,66   | 8,45 | 6,33 | 7,51 | 8,91  | 9,26  | 6,16 | 9,62 | <b>8,24</b> | -11 %           | <b>1,41</b> | -1 %       |
| <b>MY</b>           | 7,86   | 6,24 | 4,56 | 6,23 | 7,85  | 7,55  | 4,62 | 8,39 | <b>6,66</b> | +11 %           | <b>1,49</b> | +15 %      |
| <b>STD</b>          | 0,97   | 0,87 | 0,78 | 0,72 | 0,77  | 1,18  | 0,62 | 0,66 | <b>0,82</b> | -66 %           | <b>0,18</b> | -88 %      |
| <b>SMi</b>          | 0,31   | 0,17 | 0,25 | 0,37 | 0,25  | 0,27  | 0,19 | 0,42 | <b>0,28</b> | -77 %           | <b>0,08</b> | -184 %     |
| <b>SMa</b>          | 3,08   | 2,88 | 2,50 | 2,24 | 2,40  | 2,67  | 1,89 | 2,91 | <b>2,57</b> | -180 %          | <b>0,39</b> | -257 %     |
| <b>FQ</b>           | 38,0   | 45,2 | 52,7 | 51,6 | 39,0  | 33,3  | 55,1 | 39,3 | <b>44,3</b> |                 | <b>8,0</b>  |            |
| <b>Dronningborg</b> |        |      |      |      |       |       |      |      |             |                 |             |            |
| <b>MiY</b>          | 5,02   | 3,31 | 2,27 | 3,11 | 5,51  | 3,91  | 1,87 | 1,62 | <b>3,33</b> | +4 %            | <b>1,42</b> | +7 %       |
| <b>MaY</b>          | 8,56   | 8,48 | 5,55 | 5,91 | 10,41 | 10,07 | 4,31 | 9,94 | <b>7,90</b> | +1 %            | <b>2,34</b> | 0 %        |
| <b>MY</b>           | 7,42   | 6,47 | 3,99 | 4,94 | 8,60  | 7,87  | 3,44 | 7,01 | <b>6,22</b> | +3 %            | <b>1,88</b> | +1 %       |
| <b>STD</b>          | 0,73   | 1,04 | 0,66 | 0,54 | 0,93  | 1,30  | 0,52 | 2,15 | <b>0,99</b> | -4 %            | <b>0,54</b> | +8 %       |
| <b>SMi</b>          | 0,09   | 0,07 | 0,09 | 0,08 | 0,10  | 0,09  | 0,06 | 0,08 | <b>0,08</b> | -54 %           | <b>0,01</b> | -95 %      |
| <b>SMa</b>          | 1,41   | 1,99 | 1,26 | 1,43 | 1,92  | 2,58  | 0,98 | 3,28 | <b>1,86</b> | -9 %            | <b>0,76</b> | +7 %       |
| <b>FQ</b>           | 19,5   | 35,4 | 34,4 | 43,2 | 32,2  | 14,9  | 29,3 | 19,0 | <b>28,5</b> |                 | <b>10,0</b> |            |

**MiY** mittlerer Minimalertrag [t/ha]

**MaY** mittlerer Maximalertrag [t/ha]

**MY** mittlerer Ertrag [t/ha]

**STD** Standardabweichung der mittleren Erträge in [t/ha]

**SMi** mittlere minimale Standardabweichung innerhalb der Suchradien in [t/ha]

**SMa** mittlere maximale Standardabweichung innerhalb der Suchradien in [t/ha]

**FQ** Filterquotient [%]

$\bar{x}$  Mittelwert

s Standardabweichung

$\Delta\bar{x}$  relative Änderung des Mittelwertes durch Filterung in [%]

$\Delta s$  relative Änderung der Standardabweichung durch Filterung [%]

nimale Standardabweichung innerhalb der Suchradien wurde durch die Filterung ebenfalls stark vermindert (-77,1 %). Noch deutlicher nimmt durch die Filterung allerdings die mittlere maximale Standardabweichung ab (-180,4 %). Im Mittel über alle Schläge sank die mittlere maximale Standardabweichung von 7,21 t/ha auf 2,57 t/ha.

Die H-Methode hat im Mittel 44,3 % der Datensätze aus den Rohdaten gefiltert. Bei allen Schlägen wurde mindestens ein Drittel der Datensätze gelöscht, auf zwei Schlägen sogar mehr als die Hälfte.

Durch die Filterung der Rohertragsdaten wurden die statistischen Kennwerte z.T. deutlich verändert worden. Es wurden vor allem niedrige Ertragmesswerte gefiltert, da die mittleren minimalen Erträge nach der Filterung ebenso

erhöht waren wie der mittlere Ertrag. Die Verminderung der mittleren maximalen Erträge zeigt jedoch, dass auch hohe Ertragsmesswerte durch den Filter verworfen wurden. Die Filterung hat die durch die Variation der Interpolationsparameter verursachte Varianz ebenso deutlich reduziert wie die Varianz innerhalb der Suchradien.

**Dronningborg.** Die mittleren minimalen und maximalen Rastererträge wurden durch die Filterung im Mittel und bei den einzelnen Schläge kaum beeinflusst (Zunahme um 3,7 % bzw. 0,9 %). Ebenso blieben der mittlere Ertrag und die Standardabweichung des mittleren Ertrages quasi stabil (Zunahme um 2,8 % bzw. 0,9 %). Die mittleren Erträge der einzelnen Schläge unterscheiden sich nur um wenige Dezitonnen von den mittleren Erträgen der ungefilterten Daten.

Die Standardabweichung der mittleren Erträge über die Variation der Interpolationsparameter ist nach der Filterung fast identisch mit den Werten, die aus den ungefilterten Ertragsdaten berechnet wurden (-3,6 %  $\pm$  8,3 %). Die mittleren minimalen Standardabweichungen der Ertragsmesswerte innerhalb des Suchradiuses wurden durch das Filtern durchweg verringert. Im Mittel wurde dieser Wert durch die Filterung um die Hälfte reduziert. Demgegenüber wurden die maximalen Standardabweichungen durch das Filtern nur um 8,6 % verringert. Dieser Wert war für die Daten der Schläge 6 und 8 nach dem Filtern sogar leicht erhöht.

Im Mittel wurden 28,5 % der Datensätze aus den Rohdatensätzen durch die H-Methode gefiltert. Der Filterquotient unterscheidet sich jedoch zwischen den Schlägen erheblich (Schlag 6: 14,9 %, Schlag4: 43,2 %).

Die Filterung mit der H-Methode hat die Ertragsdaten bezüglich ihrer statistischen Kenngrößen wenig beeinflusst. Der mittlere Ertrag blieb durch die Filterung fast unbeeinflusst. Lediglich die mittleren minimalen und maximalen Standardabweichungen innerhalb der Suchradien wurden durch die Filterung nennenswert verändert. Der Filterquotient weist einer hohe Spannweite von 14,9% bis 43,5 % auf.

**Vergleich AgLeader/Dronningborg.** Die Unterschiede zwischen den untersuchten statistischen Kenngrößen sind durch die Filterung der Ertragsdaten des AgLeader und des Dronningborg Systems geringer geworden. Die minimalen Rastererträge des AgLeader Systems sind nach der Filterung im Mittel höher als die des Dronningborg Systems während sie vor der Filterung niedriger waren. Die absolute Differenz der minimalen Rastererträge wurde durch die Filterung deutlich vermindert. Die maximalen Rastererträge weisen mit 4 % eine geringere Differenz auf als vor der Filterung (14 %). Das

AgLeader System weist nach der Filterung für alle Schläge höhere mittlere Erträge aus. Der mittlere Ertrag über alle Schläge ist nach der Filterung beim AgLeader System höher als der mittlere Ertrag des Dronningborg Systems. Diese relative Zunahme kann auf allen Schlägen beobachtet werden. Trotzdem sind die mittleren Erträge des Dronningborg Systems auf den Schlägen 3, 5 und 6 noch höher als die mit dem AgLeader System gemessenen. Die Unterschiede zwischen den Standardabweichungen über die Variation der Interpolationsparameter, den mittleren minimalen und maximalen Standardabweichungen innerhalb der Suchradien sind durch die Filterung erheblich geringer geworden.

### 5.2.1.3 Vergleich von gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten

Der Vergleich von Mittelwerten, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima von Ertragskarten, die aus gefilterten und ungefilterten Daten von zwei Ertragsmesssystemen erstellt wurden, hat gezeigt, dass die Karten aus ungefilterten Daten sich zum Teil erheblich unterscheiden. Die Filterung übte einen wesentlich stärkeren Einfluss auf die Ertragskarten des AgLeader Systems aus und bewirkte, dass die Unterschiede zwischen den oben genannten Parametern der Ertragskarten geringer wurden.

In einem weiteren Schritt sollte untersucht werden, ob die Filterung die Korrelation zwischen den Rastererträgen an gleicher Stelle beeinflusst. Ausserdem wurden Ertragsdifferenzkarten aus ungefilterten und gefilterten Kartenpaaren erstellt und die mittleren Ertragsdifferenzen über alle Variationen der Interpolationsparameter sowie die Standardabweichung der Differenzen betrachtet.

**Korrelationen zwischen Rastererträgen.** Für jedes bezüglich der Interpolationsparameter und der Filterung gleiche Paar von Ertragskarten der beiden Ertragsmesssysteme wurde die Korrelation zwischen den Rastererträgen an gleicher Position bestimmt. Die Mittelwerte der Korrelationskoeffizienten über alle Variationen der Interpolationsparameter sind in Tabelle 5.5 nach Filterung geordnet zusammengestellt. Im Mittel über alle Schläge ist die Korrelation zwischen den gefilterten und den ungefilterten Ertragskarten nur geringfügig verschieden (-24 % bis 16 %). Durch die Filterung wurde die Korrelation auf sechs der acht untersuchten Schlägen vermindert. Auf den Schlägen 2 und 7 wurde sie allerdings deutlich erhöht (16 % bzw. 14 %). Die Korrelationskoeffizienten der einzelnen Schläge weisen eine grosse Spannweite auf (Rohdaten: 0,41 bis 0,90, gefilterte Daten: 0,36 bis 0,85). Die Differenzen zwischen den Korrelationskoeffizienten gefilterter und ungefilterter Ertragskarten variiert weniger als die Korrelationskoeffizienten zwischen

Tabelle 5.5: Statistische Kennzahlen des Vergleiches von Ertragskarten aus Daten von zwei Ertragsmesssystemen; alle Werte ausser Korrelationen in t/ha

| Korrelationen |             |             |             | Ertragsdifferenzen |             |              |             |             |              |
|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| Schlag        |             |             |             | STDM               |             |              | MSTD        |             |              |
|               | Roh         | Fil         | $\Delta$    | Roh                | Fil         | $\Delta$     | Roh         | Fil         | $\Delta$     |
| 1             | 0,86        | 0,82        | -5 %        | 0,22               | 0,04        | -82 %        | 1,09        | 0,55        | -50 %        |
| 2             | 0,69        | 0,80        | +16 %       | 0,08               | 0,03        | -63 %        | 0,89        | 0,63        | -29 %        |
| 3             | 0,41        | 0,36        | -12 %       | 0,12               | 0,06        | -50 %        | 0,99        | 0,82        | -17 %        |
| 4             | 0,72        | 0,69        | -4 %        | 0,13               | 0,04        | -69 %        | 0,82        | 0,53        | -35 %        |
| 5             | 0,85        | 0,71        | -16 %       | 0,17               | 0,04        | -76 %        | 0,84        | 0,58        | -31 %        |
| 6             | 0,90        | 0,85        | -6 %        | 0,07               | 0,09        | +29 %        | 0,82        | 0,70        | -15 %        |
| 7             | 0,65        | 0,74        | +14 %       | 0,07               | 0,02        | -71 %        | 0,67        | 0,43        | -36 %        |
| 8             | 0,68        | 0,52        | -24 %       | 0,15               | 0,18        | +20 %        | 1,54        | 1,91        | +24 %        |
| $\bar{x}$     | <b>0,72</b> | <b>0,69</b> | <b>-5 %</b> | <b>0,13</b>        | <b>0,06</b> | <b>-50 %</b> | <b>0,96</b> | <b>0,77</b> | <b>-20 %</b> |

**Roh** aus Rohdaten berechnet

**Fil** aus gefilterten Daten berechnet

**STDM** Standardabweichung der mittleren Differenzen über alle Variationen [t/ha]

**MSTD** mittlere Standardabweichung der Differenzen zwischen den Rastererträgen [t/ha]

$\bar{x}$  Mittelwert

$\Delta$  relative Veränderung nach Filterung [%]

den Schlägen. Das bedeutet, dass der Einfluss der Filterung auf die Korrelation zwischen Rastererträgen an gleicher Position im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren gering ist.

**Ertragsdifferenzkarten.** Für jedes Paar von Ertragskarten des AgLeader und des Dronningborg Systems mit gleichen Interpolationsparametern und gleicher Verarbeitungsstufe (gefiltert/ungefiltert) wurden Ertragsdifferenzkarten erstellt. Hierzu wurde die Differenz zwischen den Erträgen ortsgleicher Raster gebildet und der Rasterzelle zugewiesen. Für jede Differenzkarte wurde anschliessend die mittlere Ertragsdifferenz und die Standardabweichung der Differenzen bestimmt. Schliesslich erfolgte schlagweise die Berechnung der Standardabweichungen der mittleren Differenzen (STDM) und des Mittelwerts der Standardabweichungen (MSTD) über alle Variationen der Interpolationsparameter. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 5.5 dargestellt.

Die Standardabweichung der mittleren Differenzen konnte durch die Filterung mit der H-Methode im Mittel um 50 % reduziert werden. Ausser bei den Schlägen 6 und 8 wurde der Wert in allen Fällen deutlich vermindert, bei Schlag 1 wurde die Standardabweichung sogar von 0,22 t/ha auf 0,04 t/ha verringert. Die Reduzierung der Standardabweichung der Differenzen deutet darauf hin, dass diese nach der Filterung von der Variation der Interpolationsparameter unabhängiger ist, so dass Ertragskarten mit kleiner Rastergrösse genauso vergleichbar sind, wie die mit grosser Rastergrösse. Der Mittelwert der Standardabweichungen wurde durch die Filterung im Mittel um ca. 20 % von 0,96 t/ha auf 0,77 t/ha vermindert. Auf Schlag 1 konnte der Mittelwert sogar um 50 % gesenkt werden. Diese Verminderung des Mittelwertes durch die Filterung trat bei allen Schlägen ausser auf Schlag 8 auf. Ohne Schlag 8 wurde die mittlere Differenz der Standardabweichungen um 30 % reduziert.

**Korrelation zwischen Ertrag und Ertragsdifferenz.** Auf Schlagebene war ein Zusammenhang zwischen der Höhe des mittleren Ertrages und dem Mittel der Ertragsmesswerte der beiden Ertragsmesssysteme aufgefallen. Auf Schlägen mit hohen Erträgen waren die mittleren Erträge des Dronningborg Systems höher als die des AgLeader Systems während sie auf Schlägen mit niedrigen Erträgen niedriger waren. Um festzustellen, ob dieser Effekt in kleinerem Massstab auf Rasterebene ebenfalls beobachtet werden kann, wurde die Beziehung zwischen der Höhe der Rastererträge und den Ertragsdifferenzen untersucht. Dabei wurde wiederum nach Ertragsmesssystem sowie gefilterten und ungefilterten Daten unterschieden. Ein Zusammenhang zwischen den beiden Parametern würde darauf hindeuten, dass die Unterschiede zwischen den Ertragsmessungen der beiden Systeme auf einem durch die unterschiedlichen Sensoren bedingten systematischen Fehler beruhen.

Ausserdem wurde der Zusammenhang zwischen der Standardabweichung der Messwerte innerhalb der Suchradien und den Differenzen betrachtet. Hierbei sollte festgestellt werden, ob die Differenzen vermehrt in den Rasterzellen auftreten, in denen die Messwerte hohe Varianzen aufweisen. Diese würde darauf hinweisen, dass die Unterschiede zwischen Messwerten der beiden Ertragsmesssysteme nicht auf einem systematischen Fehler, sondern auf fehlerhafte Messwerte zurückzuführen sind.

Die Korrelationen zwischen den mittleren Rastererträgen sowie den Standardabweichungen innerhalb der Suchradien und Ertragsdifferenzen in diesen Rastern sind in Tabelle 5.6 dargestellt. Die Korrelationen wurden hier wie oben als Mittelwerte über alle Variationen der Interpolationsparameter berechnet.

Tabelle 5.6: Korrelationen zwischen Ertragsdifferenzen und Ertrag sowie Ertragsdifferenzen und Standardabweichung des Ertrages für Daten aus einem AgLeader Ertragsmesssystem und einem Dronningborg Ertragsmesssystem

| <b>EKS</b>         | <b>AgLeader</b> |             |              |              | <b>Dronningborg</b> |             |             |              |
|--------------------|-----------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Status</b>      | <b>Roh</b>      |             | <b>Fil</b>   |              | <b>Roh</b>          |             | <b>Fil</b>  |              |
| <b>Korrelation</b> |                 |             |              |              |                     |             |             |              |
| $\Delta Y...$      | Y               | s           | Y            | s            | Y                   | s           | Y           | s            |
| Schlag 1           | -0,85           | 0,60        | -0,58        | 0,20         | -0,45               | 0,48        | -0,15       | -0,18        |
| Schlag 2           | -0,47           | 0,16        | -0,03        | 0,14         | 0,25                | 0,19        | 0,52        | -0,23        |
| Schlag 3           | -0,71           | -0,24       | -0,60        | -0,01        | 0,16                | -0,04       | 0,32        | -0,02        |
| Schlag 4           | -0,73           | 0,10        | -0,65        | 0,16         | -0,17               | 0,22        | -0,09       | -0,12        |
| Schlag 5           | -0,64           | 0,59        | 0,01         | -0,13        | -0,15               | 0,36        | 0,53        | -0,32        |
| Schlag 6           | -0,67           | 0,53        | -0,10        | -0,17        | -0,29               | 0,20        | 0,40        | -0,38        |
| Schlag 7           | -0,75           | 0,29        | -0,60        | -0,02        | -0,07               | 0,16        | -0,02       | -0,21        |
| Schlag 8           | -0,11           | -0,17       | 0,10         | -0,43        | 0,62                | 0,08        | 0,90        | -0,17        |
| $\bar{x}$          | <b>-0,61</b>    | <b>0,23</b> | <b>-0,31</b> | <b>-0,03</b> | <b>-0,01</b>        | <b>0,21</b> | <b>0,30</b> | <b>-0,20</b> |
| s                  | <b>0,23</b>     | <b>0,33</b> | <b>0,33</b>  | <b>0,21</b>  | <b>0,34</b>         | <b>0,16</b> | <b>0,36</b> | <b>0,11</b>  |

**EKS** Ertragskartierungssystem  
**Roh** aus Rohdaten berechnet  
**Fil** aus gefilterten Daten berechnet  
 $\Delta Y$  Rasterertragsdifferenz zwischen den EKS  
**Y** Rasterertrag  
**s** Standardabweichung im Suchradius  
 $\bar{x}$  Mittelwert

Zwischen den Standardabweichungen innerhalb der Suchradien und den Ertragsdifferenzen kann nur in wenigen Fällen beim AgLeader System ein Zusammenhang festgestellt werden. Für die Rohertragskarten der Schläge 1, 5 und 6 sind die Korrelationen höher als 0,5. Bei diesen Schlägen kann nach der Filterung keine Beziehung zwischen Standardabweichung und Ertragsdifferenz mehr hergestellt werden.

Die Beziehung zwischen mittlerem Rasterertrag und Ertragsdifferenz ist in einigen Fällen auffällig hoch. Bei den ungefilterten Daten des AgLeader Systems ist der Korrelationskoeffizient auf vier Schlägen grösser als 0,7. Auf Schlag 1 besteht mit -0,85 ein sehr enger Zusammenhang. Durch die Filterung wird der Zusammenhang zwischen Ertragsdifferenz und mittlerem Ertrag des AgLeader Systems auf allen Schlägen verringert. Die Korrelationskoeffizienten für alle Schläge sind nach der Filterung kleiner als 0,7.

Sowohl für die gefilterten als auch für die ungefilterten Daten des Dronningborg Systems kann auf den ersten sieben Schlägen kein Zusammenhang zwischen mittlerem Ertrag und Ertragsdifferenz festgestellt werden. Auf Schlag 8 hingegen besteht eine aussergewöhnlich enge Beziehung, die durch die Filterung sogar noch erhöht wird. Die Korrelation zwischen den aus gefilterten Daten berechneten Rastererträgen des Dronningborg Systems und den Differenzen zwischen den gefilterten Rastererträgen der beiden Ertragsmesssysteme beträgt 0,9.

**Schlussfolgerungen.** Die Ertragsdaten der beiden Ertragsmesssysteme reagieren sehr unterschiedlich auf die Filterung mit der H-Methode. Dies drückt sich zunächst darin aus, dass beim AgLeader System ein wesentlich höherer Anteil der Daten gefiltert wurde. Zwar sind die statistischen Kennzahlen nach der Filterung noch immer deutlich verschieden voneinander, die Unterschiede sind jedoch geringer. Das AgLeader System nähert sich nach der Filterung vor allem bei den minimalen Rastererträgen, den Standardabweichungen der mittleren Erträge und auch bei der maximalen Standardabweichung der Ertragsmesswerte innerhalb des Suchradiuses deutlich den Werten des Dronningborg Systems an.

Die hohen Standardabweichungen bei den Ertragsdaten des AgLeader System weisen darauf hin, dass das System kurzfristig und kleinräumig sehr stark auf Ertragsschwankungen reagiert und/oder eine relativ hohe Fehlerrate bei den Ertragsmessungen aufweist. Demgegenüber scheint das Dronningborg System auf globaler Ebene sensibler für Hoch- und Niedrigerträge zu sein, da es auf allen Schlägen mit niedrigem Ertragsniveau niedrigere mittlere Erträge als das AgLeader System und auf Schlägen mit hohen mittleren Erträgen höhere Werte als das AgLeader System aufweist. Ergebnisse von Steinmayr [110] weisen jedoch darauf hin, dass das Dronningborg System bei niedrigen Durchsätzen den Ertrag unterschätzt und bei hohen Durchsätzen den Ertrag überschätzt.

Die Korrelationen zwischen gefilterten und ungefilterten Ertragskarten der beiden Systeme scheinen aufgrund der starken Variation zwischen den Schlägen kein guter Indikator für die Vergleichbarkeit von gefilterten und ungefilterten Ertragskarten zu sein. Demgegenüber werden die Standardabweichungen der mittleren Differenzen und die mittleren Standardabweichungen der Differenzen in der überwiegenden Zahl der Fälle durch die Filterung deutlich vermindert. Die Standardabweichung der mittleren Differenzen kann dabei als Mass für die Skaleninvarianz der Ertragskarten verwendet werden. Die Reduzierung dieses Wertes deutet darauf hin, dass die Variation vor allem der Rastergrößen aber auch der Suchradien und der Wichtungen nach der



Filterung einen geringeren Einfluss auf die Differenzen hatte. Der Mittelwert der Standardabweichungen der Differenzen gibt demgegenüber Aufschluss darüber, wie stark die Differenzen um einen Mittelwert (also einen systematischen Fehler, z.B. falsche Kalibrierung) variieren. Die Reduzierung dieses Parameters lässt vermuten, dass die Ertragskarten nach der Filterung eher ähnliche Muster abbilden als vor der Filterung. Statistisch gesehen sollte der Wert aussagen, wie hoch die Ertragsdifferenz ist, die von 68 % der Rasterzellen unterschritten wird.

Auf Schlagebene besteht ein Zusammenhang zwischen der Höhe des Ertrags und der Differenz zwischen den Messwerten der beiden Ertragsmesssysteme. Dieser Zusammenhang konnte bei fünf Schlägen auch auf Rasterebene nachgewiesen werden. Die Beziehung zwischen den Standardabweichungen der Messwerte innerhalb der Suchradien und den Ertragsdifferenzen war hingegen deutlich geringer.

#### 5.2.1.4 Vergleich von Semivariogrammen

Für den Schlag 5 (Prielhof, 2002) wurden Semivariogramme (s. Abschnitt 4.1.5.2) aus den Rohdaten und den gefilterten Daten der drei Ertragsmesssysteme erstellt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5.1 und 5.2 dargestellt. Hier sind die Suchradien als Entfernung vom Schätzwert gegen die Semivarianzen der Ertragsmesswerte der drei Ertragsmesssysteme innerhalb dieser Suchradien aufgetragen.

**Rohdaten.** In Abbildung 5.1 sind die Semivariogramme aus ungefilterten Daten dargestellt. Die Korrelation zwischen den Semivarianzen des Dronningborg Systems und denen des RDS Systems beträgt 0,86. Die Korrelation zwischen den Semivarianzen des Agleader Systems und denen des RDS Systems beträgt 0,75. Zwischen den Semivarianzen des Dronningborg und des AgLeader System kann bei einer Korrelation von 0,43 kein Zusammenhang mehr gesehen werden kann.

Der Wertebereich der y-Achse liegt zwischen 0 und 15 t/ha. Die Ertragsvarianzen des Dronningborg Systems sind für alle Suchradien niedriger als die der beiden anderen Systeme und zeigen einen typischen leicht ansteigenden Verlauf.

Die Semivarianzen des RDS Systems sind gegenüber denen des Dronningborg Systems leicht erhöht und verlaufen bei Entfernungen von mehr als 25 Metern etwa parallel mit denen des Dronningborg Systems. Lediglich im Bereich von niedrigen Suchradien (bis 25 Meter) sind die Semivarianzen des RDS Systems im Vergleich zu denen des Dronningborg Systems erhöht.

Beim AgLeader System fallen die Ertragsvarianzen untypischerweise zunächst im Bereich von 5 bis 35 Metern von einem Wert von 11 t/ha auf 8,5 t/ha ab, um dann wieder fast linear auf 11 t/ha anzusteigen. Die Semivarianzen des AgLeader Systems sind für alle Suchradien wesentlich höher als die der beiden anderen Ertragsmesssysteme.

**Gefilterte Daten.** In Abbildung 5.2 sind die Semivariogramme aus den gefilterten Daten dargestellt. Die Korrelationen zwischen den Semivarianzen der gefilterten Ertragsdaten beträgt für alle Paare 0,98 und ist somit wesentlich höher als die Korrelation zwischen den Semivarianzen der ungefilterten Daten. Insbesondere die Beziehung der Semivarianzen des AgLeader Systems zu denen der beiden anderen System sind nach der Filterung erheblich enger. Der Wertebereich der y-Achse liegt zwischen 0 und 1,5 t/ha, beträgt also nur ein Zehntel des Wertebereiches, der für die ungefilterten Daten gewählt wurde. Dies ist auf die generelle Verminderung der Semivarianzen des AgLeader Systems nach der Filterung zurückzuführen.

Der Verlauf der Semivarianzen des Dronningborg Systems ist nach wie vor typisch ansteigend. Die Semivarianzen wurden jedoch für alle Suchradien durch die Filterung vermindert. So beträgt die Semivarianz bei 5 Metern nur noch 0,18 t/ha (ungefiltert: 0,5 t/ha) und nimmt bei einer Entfernung zum Schätzwert von 160 Metern einen Wert von 1,1 t/ha an (ungefiltert: 1,8 t/ha).

Der Verlauf der Semivarianzen des RDS Systems ist nach der Filterung typisch mit zunehmender Entfernung ansteigend. Die Semivarianzen des RDS Systems wurden für alle Suchradien in einem stärkeren Ausmass vermindert als beim Dronningborg System. Dies betrifft vor allem den Bereich der Suchradien, in dem die Ertragsvarianzen der ungefilterten Daten ungewöhnlich erhöht waren (5 bis 25 m). So wurden die Semivarianzen bei 5 Meter Entfernung zum Schätzwert durch die Filterung um über 75 % reduziert.

Die Filterung mit der H-Methode hatte auf die Semivarianzen der Ertragsdaten des AgLeader Systems den grössten Einfluss. Die Semivarianzen wurden durch die Filterung über den gesamten Entfernungsbereich um deutlich mehr als das zehnfache vermindert. Der Verlauf ist fast über den gesamten Bereich linear, die Steigung ist geringer als bei den Daten der beiden anderen Ertragsmesssysteme. Die Semivarianzen des AgLeader Systems sind für alle Suchradien deutlich geringer als die des RDS Systems. Ab einer Entfernung von mehr als 20 Metern vom Schätzwert sind die Semivarianzen des AgLeader Systems auch geringer als die des Dronningborg Systems.

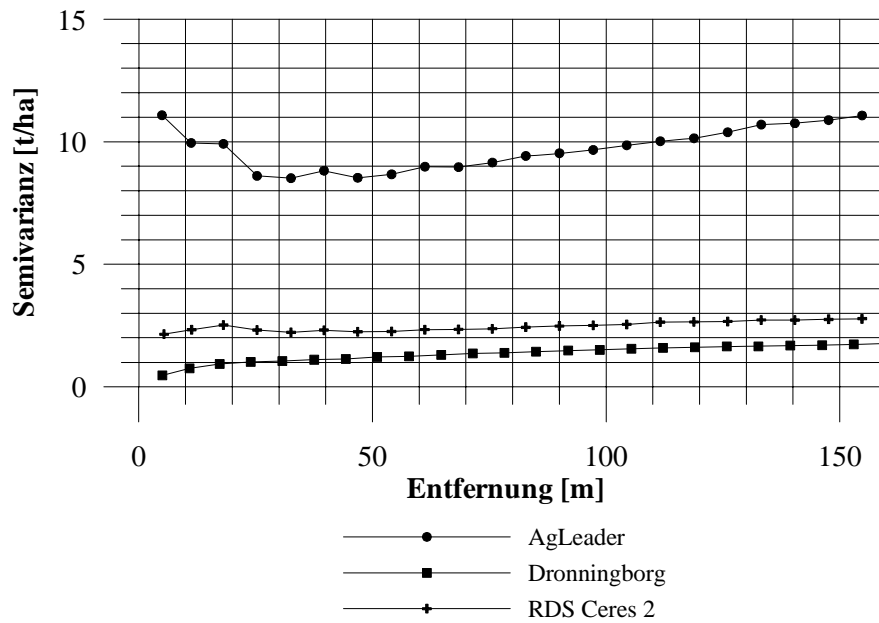


Abbildung 5.1: Semivariogramme aus ungefilterten Ertragsdaten von drei Ertragsmesssystemen

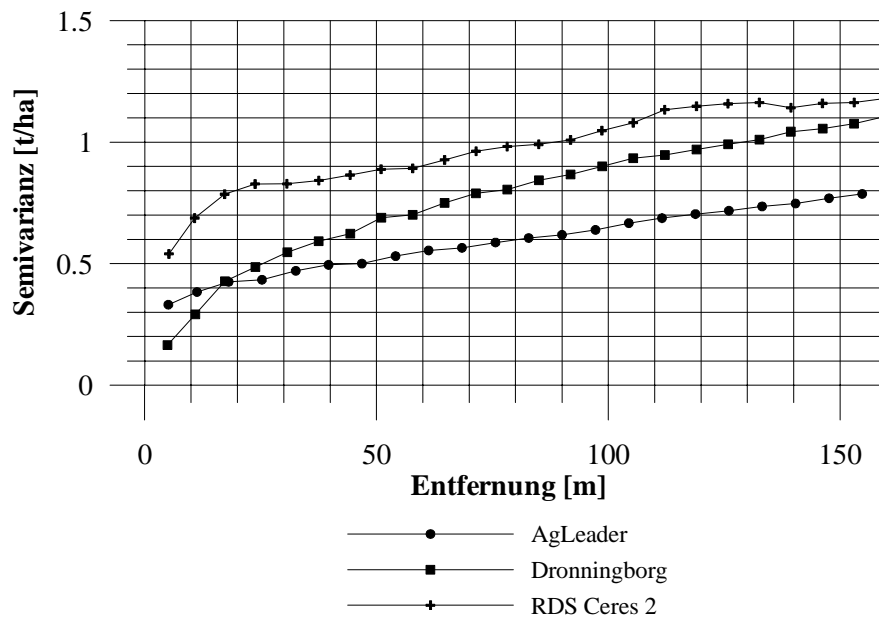


Abbildung 5.2: Semivariogramme aus gefilterten Ertragsdaten von drei Ertragsmesssystemen

**Schlussfolgerungen.** Die hohen Korrelationen zwischen den Semivariogrammen von gefilterten Ertragsdaten weisen darauf hin, dass die Filterung mit der H-Methode geeignet ist die Qualität von Ertragsdaten dahingehend zu beeinflussen, dass diese vergleichbarer werden. Die Filterung führte zu einer deutlichen Verbesserung der Korrelation zwischen den Semivarianzen. Ausserdem bewirkte die Filterung, dass der Wertebereich der Semivarianzen wesentlich ähnlicher ist, als der Wertebereich der Semivarianzen, die aus ungefilterten Daten berechnet wurden. Dies ist vor allem auf die deutliche Reduzierung der Semivarianzen des AgLeader Systems durch die Filterung zurückzuführen. Nach der Filterung lagen die Semivarianzen bei allen Ertragsmesssystemen bei einem Suchradius von 5 Meter unter 1 t/ha (0,18 bis 0,55 t/ha) während dieser Wert sich vor der Filterung um das bis zu 22-fache unterschieden hatte (0,5 t/ha bis 11,2 t/ha).

Die Semivariogramme zeigen ausserdem, dass die Filterung zu einem plausibleren Verlauf der Semivarianzen mit zunehmender Entfernung vom Schätzwert führt. Dies gilt insbesondere für die Daten des RDS und des AgLeader Systems. Die Ertragsdaten dieser Systeme wiesen vor der Filterung im Bereich kleiner Suchradien (bis 25 m) relativ hohe Semivarianzen auf. Es ist prinzipiell zu erwarten, dass in Pflanzenbeständen kleinräumige Variabilitäten des Ertrages auftreten; diese zu erfassen ist die Aufgabe eines Ertragskartierungssystems. Die hier im Bereich kleiner Suchradien beobachtete Variabilität wird von den Daten des Dronningborg Systems jedoch nicht dargestellt und liegt mit Werten, die denen bei grossen Suchradien vergleichbar sind, deutlich über dem, was natürlicherweise in einem Bestand zu erwarten ist.

### 5.2.2 Vergleich von gefilterten und ungefilterten Ertragskarten eines Claas Ertragsmesssystems

Um die Auswirkungen der Filterung mit der H-Methode mit Ertragsdaten von möglichst vielen unterschiedlichen Ertragsmesssystemen zu testen, erfolgte zusätzlich die Untersuchung von Ertragsdaten eines Claas Ertragsmesssystems.

Im Rahmen des preagro Projektes wurde im Sommer 2001 der Schlag Bandstauden beerntet, auf dem Winterweizen angebaut worden war. Die Ertrags erfassung erfolgte mit einem Claas Quantimeter Ertragsmesssystem, das auf einem Claas Lexion 430 eingesetzt wurde. Die Positionsbestimmung erfolgte mit einem Trimble AgGPS 132 mit OmniSTAR Korrektur. Die Schlaggrösse betrug 7,21 ha.

Die Ertragsdaten, die im AFT Format vorlagen, wurden mit dem in Abschnitt 4.1.4 beschriebenen Vorgehen verarbeitet und anschliessend mit der H-Methode (s. Abschnitt 4.2) gefiltert. Nach der Anwendung des Filters verblieben 2231 Datensätze von den ursprünglich 2909 Messwerten im Originaldatensatz, demnach wurden 678 Datensätze (23,3 %) gelöscht. Der mittlere Ertrag betrug vor der Filterung 8,64 t/ha und nach der Filterung 9,23 t/ha. Mittels Wiegunen wurde ein tatsächlicher Ertrag von 9,07 t/ha ermittelt. Die Standardabweichung der Ertragsmesswerte wurde durch die Filterung von 2,64 t/ha auf 0,98 t/ha reduziert.

Mit der *Inverse Distance* Methode (s. Abschnitt 4.1.5.1) wurden aus den ungefilterten und den gefilterten Ertragsmesswerten Ertragskarten erstellt. Die Rastergrösse betrug 5 Meter, der Suchradius wurde auf einen Wert von 10 m gesetzt. Die Rohertragskarte setzte sich aus 3170 Rasterzellen zusammen, die Ertragskarte aus den gefilterten Daten bestand aus 3064 Rasterzellen. Der mittlere Ertrag der Rasterzellen der Rohertragskarte betrug 8,70 t/ha, der der gefilterten Ertragskarte 9,15 t/ha. Die Standardabweichungen der Erträge der Rasterzellen betrug 1,61 t/ha (Rohdaten) bzw. 0,76 t/ha (gefilterte Daten). Die mittlere Standardabweichung der Daten innerhalb des Suchradius wurde durch die Filterung von 1,36 t/ha auf 0,63 t/ha reduziert.

**Verteilung.** Aus der Verteilung der relativen Häufigkeit der Rastererträge vor und nach der Filterung ist zu ersehen, dass hauptsächlich niedrige Ertragsmesswerte aus dem ursprünglichen Datensatz herausgefiltert wurden. Aus diesem Grund sind auch die mittleren Erträge der Einzelmessungen und der Rasterzellen der gefilterten Daten höher als die der Rohdaten. Auch die Verringerung der Standardabweichungen ist durch die Filterung der niedrigen Ertragsmesswerte erklärbar. Es ist zu vermuten, dass die niedrigen Ertragsmesswerte, die gefiltert wurden, durch Teilschnittbreiten, Sensorfehler oder durch plötzliche Änderungen des Gutstromflusses im Mähdrescher (z.B. durch Beschleunigen) verursacht wurden. Neben den niedrigen Ertragsmesswerten wurden auch ein kleiner Anteil zu hoher Ertragsmesswerte durch die H-Methode aus den Rohertragsmesswerten herausgefiltert.

**Ertragskarten.** In Abbildung 5.3 sind die Rasterertragskarten aus den Rohdaten und den gefilterten Daten dargestellt. Es fällt zunächst auf, dass die niedrigen Erträge an den Vorgewenden im südwestlichen und nordöstlichen Teil des Schlages nur in der Rohertragskarte zu finden sind, in der gefilterten Ertragskarte jedoch fast nicht mehr dargestellt werden. Auch entlang des nördlichen Randbereichs sind die Niedrigertragsbereiche in der gefilterten Ertragskarte deutlich reduziert.

In der Rohertragskarte befinden sich im zentral südlichen Bereich zwei langgestreckte Hohertragszonen, die ungefähr parallel verlaufen. Bei der Filterung sind offensichtlich die Ertragsmesswerte gelöscht worden, die die nördlichere Hohertragszone ausgezeichnet hatten, da diese in der gefilterten Ertragskarte nicht mehr dargestellt wird. Demgegenüber bleibt die südlichere Hohertragszone trotz Filterung erhalten.

**Karte der Standardabweichungen.** Abbildung 5.4 stellt die Standardabweichungen der Werte innerhalb des Suchradius für die Rasterzellen der aus gefilterten und der aus ungefilterten Ertragsdaten erstellten Ertragskarten dar. In der Ertragskarte aus gefilterten Daten traten Standardabweichungen von mehr als 2 t/ha innerhalb des Suchradiuses von 10 m fast nicht auf. Nur 1,5 % der Standardabweichungen der gefilterten Ertragsmesswerte innerhalb der Suchradien waren grösser als 2 t/ha, die maximale Standardabweichung betrug 3,6 t/ha. Demgegenüber finden sich in der Ertragskarte aus Rohdaten vor allem im Bereich des Vorgewendes regelmässig Standardabweichungen von bis zu 5 t/ha. Bei den Rohdaten sind 25 % der Standardabweichungen der Ertragsmesswerte innerhalb der Suchradien grösser als 2 t/ha, die maximale Standardabweichung beträgt 7,1 t/ha. Die mittlere Standardabweichung konnte durch die Filterung von 1,46 t/ha auf 0,63 t/ha reduziert werden, die Standardabweichung der Standardabweichungen sank sogar von 1,35 t/ha auf 0,38 t/ha. Es kann angenommen werden, dass natürliche Ertragsvariationen innerhalb von 10 Metern nicht zu einer Standardabweichungen des Ertrages von 5 t/ha führen können. Die nördliche der im zentral südlichen Bereich gelegenen Hohertragszonen stellt sich lediglich in der Ertragskarte aus Rohdaten mit hohen Standardabweichungen (4-5 t/ha) dar. Die südlichere ist sowohl in der Rohertragskarte als auch in der gefilterten Karte mit Standardabweichungen von 1-2 t/ha präsent.

**Semivariogramme.** In der Abbildung 5.5 sind die Semivariogramme von gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten dargestellt. Semivariogramme variieren die Suchradien und stellen diese den Semivarianzen der Ertragsmesswerte innerhalb dieser Suchradien gegenüber (s. auch Abschnitt 4.1.5.2). Wegen der unterschiedlichen Wertebereiche der Varianzen verfügt diese Darstellung über zwei Y-Achsen. Die Semivarianzen der Rohdaten liegen in einem Bereich von 4,5 bis 6,5 t/ha. Der Verlauf des Semivariogramms nimmt zunächst untypischerweise von einem Niveau von 6,5 t/ha bis zu einem Suchradius von 40 Meter ab, um anschliessend in geringerem Masse wieder auf das Ausgangsniveau anzusteigen. Das Semivariogramm der gefilterten Daten deckt einen Wertebereich von 0,8 t/ha bis 1,5 t/ha ab. Die Semivarianzen sind also

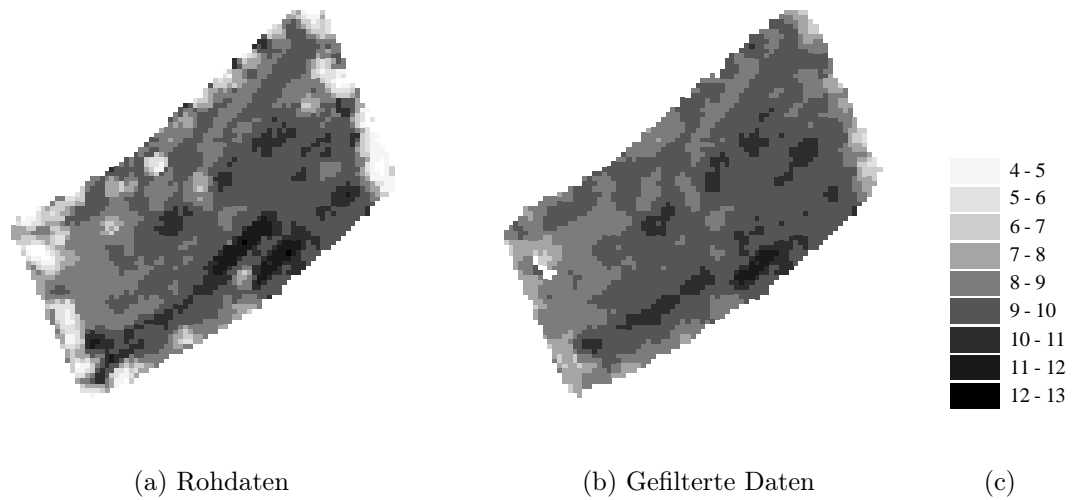


Abbildung 5.3: Ertragskarten aus Rohdaten und mit der H-Methode gefilterten Daten, Rastergröße 5 Meter, Erträge in t/ha, Schlag Bandstauden (2001), Claas Ertragsmesssystem

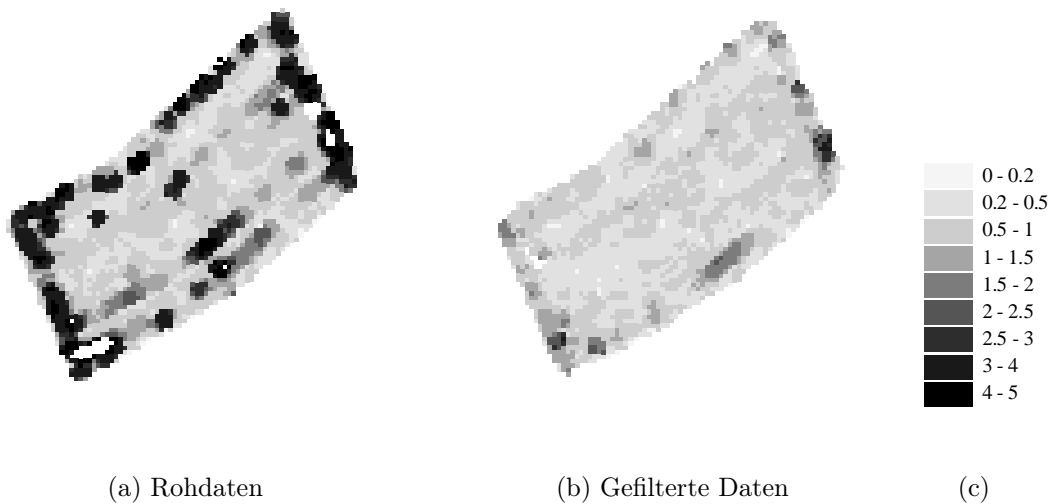


Abbildung 5.4: Standardabweichung in den Rasterzellen in Ertragskarten aus Rohdaten und mit der H-Methode gefilterten Daten, Rastergröße 5 Meter, Standardabweichung in t/ha, Schlag Bandstauden (2001), Claas Ertragsmesssystem

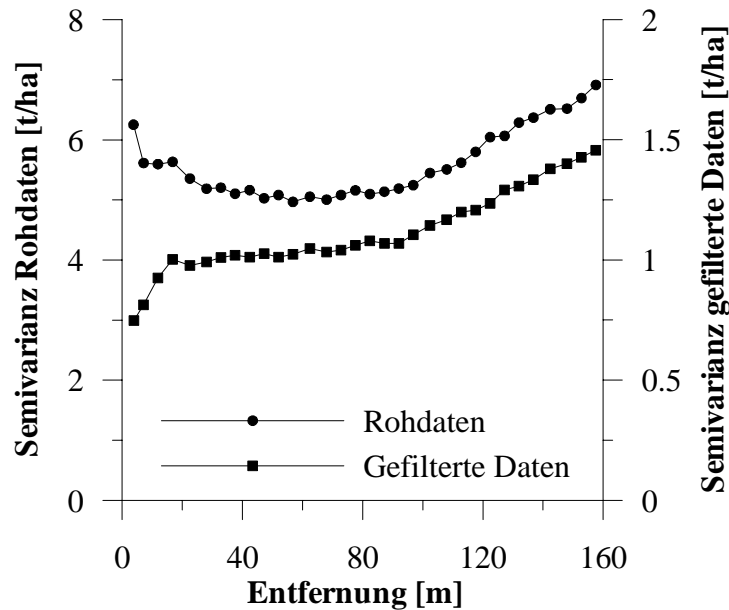


Abbildung 5.5: Vergleich der Semivariogramme aus Rohdaten und mit der H-Methode gefilterten Daten, Rastergrösse 5 Meter, Erträge in t/ha, Schlag Bandstauden (2001), Claas Ertragsmesssystem

insgesamt deutlich geringer als die der Rohdaten. Die Semivarianzen der gefilterten Daten verlaufen ab einem Suchradius von 40 Meter ungefähr parallel zu den Varianzen der Rohdaten. Der Verlauf der Semivarianzen für Suchradien kleiner 40 Meter verläuft jedoch deutlich anders. Die Varianzen nehmen hier im Bereich von 5 bis 20 Meter von 0,8 t/ha auf 1 t/ha zu, um dann langsamer anzusteigen.

**Schlussfolgerungen.** Die H-Methode hat durch die Filterung von vornehmlich niedrigen Ertragsmesswerten zu einer Reduktion der Standardabweichung aller Ertragsmesswerte und der Ertragsmesswerte innerhalb der Suchradien geführt. Ausserdem wurde durch das Filtern der mittlere Ertrag erhöht. Vor allem aufgrund der Karte der Standardabweichungen kann angenommen werden, dass die H-Methode vor allem dort Daten gelöscht hat, wo Variationen in den Ertragsmessungen deutlich über dem Niveau lagen, wie es natürlicher weise zu erwarten wäre. Schliesslich konnten auch nach der Filterung Bereiche, die sich in der Rohertragskarte mit gegenüber dem Mittel erhöhten Standardabweichungen dargestellt hatten, in der Karte aus gefilterten Ertragsmesswerten wiedergefunden werden. Dies spricht gegen die Annahme, dass die H-Methode generell zu einer Verringerung der Standard-



abweichungen in Ertragskarten führt und dabei auch natürliche Ertragsvariationen egalisiert.

Auch die Gegenüberstellung der Semivariogramme aus gefilterten und ungefilterten Daten sprechen dafür, dass die Daten durch die Filterung wesentlich plausibler geworden sind. Man geht für die Verteilung der Varianzen von Ertragsmesswerten bei zunehmenden Suchradien von linear oder logarithmisch ansteigenden Funktionen aus. Dies ist für die gefilterten Daten im Gegensatz zu den ungefilterten Daten gegeben.

### 5.3 Vergleich von Interpolationsverfahren

Bereits in Abschnitt 5.2.1 war untersucht worden, wie sich die Variation verschiedener Interpolationsparameter des *Inverse Distance to a Power* Verfahrens auf Ertragskarten auswirkt. Es konnte festgestellt werden, dass der Einfluss der Variation dieser Parameter vor allem bei ungefilterten Ertragsdaten beobachtet werden kann. Nach der Filterung der Daten unterschieden sich die Ertragskarten, die mit unterschiedlichen Parametern erstellt wurden, wesentlich weniger voneinander [81].

In einem weiteren Schritt soll nun untersucht werden, welchen Einfluss unterschiedliche Interpolationsverfahren auf die Kartenerstellung haben. Hierzu wurden Ertragskarten aus gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten verschiedener Ertragsmesssysteme mit *Kriging* und *Inverse Distance to a Power* erstellt. Anschliessend erfolgte die Berechnung und Untersuchung der Abweichung der Messwerte von den nächstgelegenen Schätzwerten (Gridresiduen). Die Ergebnisse der Untersuchungen zum Einfluss von Interpolationsverfahren sind in Tabelle 5.7 zusammenfassend dargestellt. Der Mittelwert aller Gridresiduen aus allen Permutationen beträgt  $-0,05$  t/ha, der Median ist  $0,00$  t/ha. Der Mittelwert der Gridresiduen aller Ertragskarten, die mit dem AgLeader Ertragsmesssystem erfasst wurden ( $-0,09$  t/ha) und mit *Inverse Distance to a Power* erstellt wurden ( $-0,10$  t/ha), ist negativ. Demgegenüber betragen die Mittelwerte der Gridresiduen von Ertragskarten, die mit dem Fieldstar Ertragsmesssystem erfasst oder mit *Kriging* erstellt wurden,  $0,00$  t/ha bzw.  $-0,01$  t/ha.

Die Mittelwerte der Gridresiduen über alle Ertragskarten eines Schlages betragen ebenfalls bis auf eine Ausnahme ungefähr  $0,00$  t/ha ( $-0,03$  bis  $0,02$  t/ha). Der im Vergleich hierzu wesentlich von Null verschiedene Mittelwert der Gridresiduen auf dem Schlag Seminar ( $-0,17$  t/ha) ist stark durch die aus ungefilterten AgLeader Daten mit *Inverse Distance* erstellte Ertragskarte beeinflusst.

Tabelle 5.7: Gridresiduen von Ertragskarten aus gefilterten und ungefilterten Daten verschiedener Ertragsmesssysteme

| Schlag<br>Jahr    | Ertrags-<br>monitor | Datenstatus<br>Anzahl | Methode   | Mittel-<br>wert | Standard-<br>abweichung |      |
|-------------------|---------------------|-----------------------|-----------|-----------------|-------------------------|------|
| Seminar<br>2001   | AgLeader            | roh                   | ID        | -1,11           | 2,02                    |      |
|                   |                     | 8316                  | Kriging   | -0,03           | 2,03                    |      |
|                   |                     | gefiltert             | ID        | -0,02           | 0,74                    |      |
|                   | Fieldstar           | roh                   | 5515      | Kriging         | 0,02                    | 0,66 |
|                   |                     |                       | 2944      | Kriging         | -0,10                   | 0,55 |
|                   |                     |                       | gefiltert | ID              | -0,08                   | 0,51 |
|                   |                     | gefiltert             | 2402      | ID              | 0,00                    | 0,20 |
|                   |                     |                       |           | Kriging         | 0,00                    | 0,14 |
|                   |                     |                       |           |                 |                         |      |
| <b>Mittelwert</b> |                     |                       |           | <b>-0,17</b>    | <b>0,86</b>             |      |
| Seminar<br>2002   | AgLeader            | roh                   | ID        | -0,04           | 2,50                    |      |
|                   |                     | 4560                  | Kriging   | -0,02           | 2,49                    |      |
|                   |                     | gefiltert             | ID        | -0,02           | 0,55                    |      |
|                   | Fieldstar           | roh                   | 2075      | Kriging         | 0,00                    | 0,47 |
|                   |                     |                       | 5053      | Kriging         | 0,00                    | 0,38 |
|                   |                     |                       | gefiltert | ID              | 0,00                    | 0,32 |
|                   |                     | gefiltert             | 3573      | ID              | 0,01                    | 0,18 |
|                   |                     |                       |           | Kriging         | 0,01                    | 0,10 |
|                   |                     |                       |           |                 |                         |      |
| <b>Mittelwert</b> |                     |                       |           | <b>-0,01</b>    | <b>0,88</b>             |      |
| Bahndamm<br>2002  | AgLeader            | roh                   | ID        | 0,05            | 2,58                    |      |
|                   |                     | 4615                  | Kriging   | 0,08            | 2,57                    |      |
|                   |                     | gefiltert             | ID        | 0,00            | 0,50                    |      |
|                   | Fieldstar           | roh                   | 2178      | Kriging         | 0,00                    | 0,42 |
|                   |                     |                       | 2364      | Kriging         | 0,00                    | 0,33 |
|                   |                     |                       | gefiltert | ID              | 0,00                    | 0,25 |
|                   |                     | gefiltert             | 1550      | ID              | 0,00                    | 0,18 |
|                   |                     |                       |           | Kriging         | 0,00                    | 0,11 |
|                   |                     |                       |           |                 |                         |      |
| <b>Mittelwert</b> |                     |                       |           | <b>0,02</b>     | <b>0,87</b>             |      |
| Priehof<br>2002   | AgLeader            | roh                   | ID        | -0,06           | 2,17                    |      |
|                   |                     | 12174                 | Kriging   | -0,17           | 2,19                    |      |
|                   |                     | gefiltert             | ID        | -0,01           | 0,42                    |      |
|                   | Fieldstar           | roh                   | 7431      | Kriging         | 0,00                    | 0,38 |
|                   |                     |                       | 8482      | Kriging         | -0,01                   | 0,43 |
|                   |                     |                       | gefiltert | ID              | 0,00                    | 0,33 |
|                   |                     | gefiltert             | 5751      | ID              | -0,01                   | 0,27 |
|                   |                     |                       |           | Kriging         | 0,00                    | 0,19 |
|                   |                     |                       |           |                 |                         |      |
| <b>Mittelwert</b> |                     |                       |           | <b>-0,03</b>    | <b>0,80</b>             |      |
| <b>Mittelwert</b> | <b>Gesamt</b>       |                       |           | <b>-0,05</b>    | <b>0,85</b>             |      |
|                   | <b>Agleader</b>     |                       |           | <b>-0,09</b>    | <b>1,42</b>             |      |
|                   | <b>FieldStar</b>    |                       |           | <b>-0,01</b>    | <b>0,28</b>             |      |
|                   | <b>roh</b>          |                       |           | <b>-0,10</b>    | <b>1,35</b>             |      |
|                   | <b>gefiltert</b>    |                       |           | <b>0,00</b>     | <b>0,37</b>             |      |
|                   | <b>ID</b>           |                       |           | <b>-0,10</b>    | <b>0,87</b>             |      |
|                   | <b>Kriging</b>      |                       |           | <b>0,00</b>     | <b>0,82</b>             |      |

ID Inverse Distance to a Power

Die Standardabweichung der Gridresiduen hat eine Spannweite von 0,10 t/ha (Seminar 2002, Fieldstar, gefiltert, *Kriging*) bis 2,58 t/ha (Bahndamm 2002, AgLeader, Rohdaten, *Inverse Distance*). Der Mittelwert der Standardabweichung aller Gridresiduen beträgt 0,85 t/ha. Die Spannweite der Mittelwerte der Standardabweichungen nach Feldern gruppiert beträgt ca. 10 % (0,80 t/ha to 0,88 t/ha). Der grösste Einfluss auf die mittlere Standardabweichung der Gridresiduen geht von den Ertragsmesssystemen aus. Die mittlere Standardabweichung der Gridresiduen von Ertragskarten, die aus Daten des AgLeader Systems berechnet wurde beträgt, 1,42 t/ha. Der entsprechende Mittelwert für Ertragskarten, die aus Fieldstar Ertragsdaten berechnet wurden, beträgt 0,28 t/ha und ist somit um 80 % niedriger.

Auch das Filtern der Daten mit der H-Methode vor der Erstellung der Ertragskarten führt zu einer deutlichen Reduzierung der Standardabweichung der Gridresiduen. Die mittlere Standardabweichung der Gridresiduen, die aus gefilterten Daten berechnet wurden, ist mit 0,37 t/ha deutlich niedriger als die aus Rohdaten berechneten (1,35 t/ha). Dies entspricht einer Reduzierung um 73 %.

Die Auswirkung der Filterung und der Einfluss der Ertragsmesssysteme auf die Standardabweichung der Gridresiduen ist bei den Daten des Schrages Bahndamm besonders deutlich. Bei den Ertragsdaten, die mit dem AgLeader Ertragsmesssystem erfasst wurden, wird die Standardabweichung der Gridresiduen durch Anwendung des *Kriging* Verfahrens im Vergleich zur Verwendung des *Inverse Distance* Verfahrens nur um 0,01 t/ha auf 2,57 t/ha verringert (1%). Die Filterung mit der H-Methode führt zu einer Reduzierung der Standardabweichung um 81 % (2,58 t/ha bzw. 0,50 t/ha). Die Standardabweichung der Gridresiduen der Ertragskarten, die mit dem Fieldstar Ertragsmesssystem erfasst wurden, ist ohne Filterung geringer (0,33 t/ha) als die der Ertragskarten aus gefilterten AgLeader Daten. Durch Verwendung der *Kriging* Verfahrens kann dieser Wert weiter auf 0,25 t/ha reduziert werden (24 %). Aus der Filterung der Daten resultiert jedoch ein noch weitergehender Rückgang der Standardabweichung der Gridresiduen auf 0,11 t/ha (56 %).

**Schlussfolgerungen.** Der Einfluss von Interpolationsverfahren auf die Standardabweichung von Gridresiduen ist gering. Die mittlere Standardabweichung der Gridresiduen von Ertragskarten, die mit *Inverse Distance* erstellt wurden, beträgt 0,87 t/ha. Für Ertragskarten, die mit der *Kriging* Methode berechnet wurden, beträgt der Mittelwert der Standardabweichungen 0,82 t/ha. Die Spannweite der Standardabweichungen ist somit geringer als die Spannweite der Standardabweichungen über alle untersuchten Schläge.

Demgegenüber werden die Standardabweichungen der Gridresiduen stark vom Ertragsmesssystem bzw. dessen Sensoren und der Filterung der Rohdaten beeinflusst. Die Unterschiede zwischen den Standardabweichungen der Ertragsmessungen des AgLeader Systems und des Dronningborg Systems betragen 80 %, die Unterschiede zwischen gefilterten und ungefilterten Daten 72 %. Die Spannweite der Standardabweichungen ist für diese Parameter wesentlich höher die Spannweite der Standardabweichungen über alle untersuchten Schläge.

# 6

## Zusammenfassung und Diskussion

Die Aussagekraft von Ertragskarten und deren Eignung für die Verwendung im Rahmen teilschlagspezifischer Landwirtschaft ist abhängig von der Qualität der Messwerte verschiedener Sensoren, die bei der lokalen Ertragsermittlung eingesetzt werden. Weiterhin werden Ertragskarten durch das für ihre Erstellung verwendete Interpolationsverfahren und dessen Parametrisierung beeinflusst.

Erst die Ergebnisse einer systematischen Untersuchung der oben genannten Einflussfaktoren erlauben die Einordnung und die Bewertung der in einer Ertragskarte dargestellten Ertragsunterschiede innerhalb eines Schlages. Sie können auch dazu beitragen, die Wirksamkeit von Verfahren zur Filterung der Rohmesswerte auf dem Mähdrescher oder bei der Ertragsdatenverarbeitung zu beurteilen.

### 6.1 Versuche zur Genauigkeit von GPS

Die Positionsbestimmung bei der lokalen Ertragsermittlung sollte genauer sein, als die halbe Arbeitsbreite des Mähdreschers, so dass die Messgenauigkeit der Position die maximale räumliche Auflösung des Ertragsmesssystems unterschreitet. Ausserdem ist nur dann sichergestellt, dass Ertragsdaten benachbarten Fahrspuren zugeordnet werden können. Hieraus leitet sich ab, dass die 2 RMS Genauigkeit eines GPS Empfängers bei der lokalen Ertragsermittlung einen Wert von 2 Meter nicht überschreiten sollte.

Zur Untersuchung der Genauigkeit von GPS wurden zwei Versuche durchgeführt. Der erste Versuch wurde in drei Abschnitten über jeweils 24 Stunden auf einem Rundlauf durchgeführt und kann wegen der langen und über mehrere Monate verteilten Untersuchungszeiträume als sehr repräsentativ angesehen werden. Der zweite Versuche wurde ebenfalls in drei Teilen, jedoch

an einem Tag und nur über kurze Zeiträume von weniger als einer Stunde durchgeführt. Dafür kann diese Untersuchung als praxisnah bezeichnet werden, da die Versuche mit einem landwirtschaftlichen Fahrzeug im Feldeinsatz angestellt wurden.

Bei beiden Versuchen kamen unterschiedliche Referenzsysteme zum Einsatz. In beiden Fällen kann aufgrund der Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass die Referenzsysteme eine ausreichend höhere Genauigkeit als die Prüflinge aufgewiesen haben, da die Mittelwerte der Abweichungen der Prüflinge, insbesondere der besten Prüflinge, von der Referenzposition kleinere Werte als die Standardabweichung der Differenzen von der Referenzposition annahmen.

Aus den Ergebnissen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden :

1. Bei der Verwendung von hochwertigen GPS Empfängern, die mit kostenpflichtigen satellitengestützten Korrektursignalen betrieben werden, können Positionsfehler als Quelle von Fehlern in Ertragskarten vollständig ausgeschlossen und müssen folglich bei der an die Ernte anschließenden Verarbeitung der Ertragsdaten nicht mehr berücksichtigt werden. Die Empfänger erreichen Genauigkeiten von einem Meter oder besser (2 RMS).
2. Die Abschaltung der *Selective Availability* hat zu einer enormen Verbesserung der Positionsgenauigkeit von unkorrigiertem GPS geführt. Mit hochwertigen GPS Empfängern können Genauigkeiten von besser als 5 Meter (95 %) erreicht werden. Die Genauigkeiten sind teilweise zwar erheblich höher, trotzdem sollten unkorrigierte GPS Empfänger für die Ertragskartierung im Sinne der Erstellung qualitativ hochwertiger Ertragskarten nicht verwendet werden. Andererseits ist zu erwarten, dass durch technischen Fortschritt die Genauigkeit von unkorrigierten GPS Empfängern bei gleichzeitig zunehmenden Schnittbreiten der Erntefahrzeuge verbessert wird. In diesem Fall wird zu prüfen sein, ob unkorrigiertes GPS für die Ertragskartierung eingesetzt werden kann. Ab 2008 soll mit GALILEO ein weiteres GNSS<sup>1</sup> in Betrieb genommen werden. GALILEO besteht im Raumsegment aus 30 Satelliten. Aufgrund des augenblicklichen Standes der Entwicklung ist davon auszugehen, dass der kombinierte Empfang von GALILEO und NAVSTAR-GPS möglich sein wird. Die erhöhte Anzahl von Satelliten wird dann in jedem Fall zu einer verbesserten Genauigkeiten der aus unkorrigierten Laufzeitmessungen berechneten Positionen führen.

---

<sup>1</sup>Global Navigation Satellite System

3. Das kostenlose Korrektursignal EGNOS kann ab 2005, wenn es im operationellen Betrieb verfügbar ist, eine Alternative zu den kostenpflichtigen Korrekturdiensten darstellen. Einzelne GPS Empfänger erreichen mit EGNOS bereits heute eine absolute Genauigkeit von  $\pm 1$  Meter. Nach den Ergebnissen der hier vorgestellten Untersuchungen haben bisher jedoch noch nicht alle Hersteller ihre GPS Empfänger optimal auf diesen Korrekturdatendienst abgestimmt.
4. Das kostenlose Korrektursignal ALF, das über Langwelle übertragen wird, ist aus technischen Gründen nicht für die Verbesserung der Positionsgenauigkeit bei der lokalen Ertragsermittlung geeignet. Zudem steht dieses Korrektursignal ab Ende 2005 nicht mehr zur Verfügung. Seit Anfang 2005 kann das über Mittel- und Langwelle übertragene Küstenfunksignal (Beacon nach IALA Standard) in Deutschland flächendeckend empfangen werden. Erfahrungen mit der Verwendung dieses Signals bei der lokalen Ertragsermittlung liegen in Deutschland jedoch noch nicht vor.
5. Auch nach der Abschaltung der *Selective Availability* und trotz der Verfügbarkeit von EGNOS kann die Verwendung von preisgünstigen GPS Empfängern, die für Freizeit- oder Logistikanwendungen entwickelt wurden, nicht empfohlen werden, da deren Genauigkeiten für die Verarbeitung und Darstellung der Ertragsdaten nicht ausreichend ist.

## 6.2 Vergleich von Ertragssensoren und H-Methode

In der Praxis werden verschiedene Mähdrescher mit unterschiedlichen Ertragsmesssystemen auf dem gleichen Feld eingesetzt. Die Ableitung von langfristigen Hoch- und Niedrigertragszonen erfolgt durch den Vergleich der Ertragskarten, die aus den Ertragsdaten dieser Ertragsmesssysteme erstellt wurden. Dabei wird vorausgesetzt, dass unterschiedliche Ertragsmesssysteme zur gleichen Zeit den gleichen Ertrag messen. Diese Annahme wurde geprüft, in dem verschiedene Ertragsmesssysteme auf einem Mähdrescher installiert wurden, so dass Ertragsmessungen an gleichen Positionen verglichen werden konnten.

Ausgehend von der Annahme, dass Unterschiede in Ertragskarten durch einzelne fehlerhafte Messwert entstehen, ist ein Verfahren zur Filterung von Ertragsdaten entwickelt worden. Das Verfahren vergleicht Ertragsmesswerte in einer Fahrspur mit den mittleren Ertragsmesswerten der Nachbarfahrspuren sowie deren Standardabweichungen und entscheidet auf der Basis dieses Vergleichs, ob der betrachtete Ertragsmesswert fehlerhaft ist. Die H-Methode

unterscheidet sich von anderen Methoden zur Filterung von Ertragsdaten dadurch, dass keine Vorgabewerte erforderlich sind und kann wegen der geringen Ansprüche an die Informationstiefe auf fast alle Ertragsdatenformate angewendet werden. Für die Filterung werden neben Ertragsmesswerten und Positionen lediglich Zeit und Datum der Messung als Eingangsgrösse benötigt.

**Vergleich von Ertragsmesssystemen.** Um festzustellen, wie Messwerte von Ertragssensoren sich im Feld voneinander unterscheiden, wurden drei verschiedene Ertragsmesssysteme auf einem Mähdrescher installiert. Aus den Ertragsdaten von zwei Ertragsmesssystemen wurden Ertragskarten von acht Schlägen berechnet. Als statistische Kenngrössen wurden die minimalen und maximalen Rastererträge, der mittlere Ertrag, die Standardabweichung der Rastererträge, sowie die minimale und die maximale Standardabweichung der den Rastererträgen zugrundeliegenden Messwerte ermittelt. Die aus den Messwerten eines AgLeader und eines Dronningborg Ertragsmesssystems abgeleiteten statistischen Grössen unterschieden sich zum Teil erheblich. Es fiel vor allem auf, dass die minimalen Rastererträge des AgLeader Systems deutlich niedriger und die maximalen Rastererträge deutlich höher lagen als die des Dronningborg Systems. Ausserdem sind die Standardabweichungen der Rastererträge des AgLeader Systems bei sieben von acht Schlägen deutlich höher als die des Dronningborg Systems. Die minimale Standardabweichung und die maximale Standardabweichung der Messwerte, die für die Berechnung eines Schätzwertes verwendet wurden, sind beim Dronningborg System deutlich geringer. Ein Vergleich der mittleren Erträge zeigt, dass das Dronningborg System auf Schlägen mit hohen Erträgen höhere mittlere Erträge als das AgLeader System ermittelt und auf Schlägen mit niedrigem Ertragsniveau niedrigere mittlere Erträge.

Die Ergebnisse zeigen, dass aus ungefilterten Ertragsdaten erstellte Ertragskarten nur bedingt miteinander vergleichbar sind. Dies liegt einerseits daran, dass die Sensoren eine unterschiedliche Sensitivität aufweisen. Ausserdem scheint sich die Zuverlässigkeit der einzelnen Messungen zu unterscheiden. Die höheren Wertebereiche bei den minimalen und maximalen Rastererträgen des AgLeader Systems deutet darauf hin, dass dieses Systems auf kleinräumige Änderungen des Ertrages schneller reagiert oder dass es im Vergleich zum Dronningborg System öfter zu hohen oder zu niedrigen Ertragsmessungen kommt. Hierauf weisen auch die Unterschiede in den Standardabweichungen der mittleren Erträge und die minimalen und maximalen Standardabweichungen der Messwerte einer Rasterzelle hin. Schliesslich zeigt der Vergleich



der Semivariogramme von Ertragsdaten der beiden Ertragsmesssysteme eines Schlages, dass die Semivarianzen beim AgLeader System einen untypischen Verlauf annehmen. Dies drückt sich in relativ hohen Semivarianzen bei geringen Entfernungen zum Schätzwert aus. Letztenendes bleibt in Abwesenheit eines Referenzsystems unklar, ob diese kleinräumig hohen Varianzen Ausdruck einer tatsächlichen Variabilität des Ertrags sind oder durch Messfehler des AgLeader System verursacht werden. Der untypische Verlauf der Semivariogramme und die absolute Höhe der maximalen Standardabweichungen deutet jedoch eher darauf hin, dass in der Mehrzahl der Fälle Messfehler als Ursache für die kleinräumigen Varianzen angesehen werden können.

Die von der absoluten Höhe des Ertrages abhängigen Unterschiede zwischen den mittleren Erträgen, die die beiden Ertragsmesssysteme auf den Schlägen ermitteln, lassen vermuten, dass die Unterschiede zwischen Ertragsmessungen auch auf einem systematischen Fehler beruhen, der nicht durch einzelne Fehlmessungen begründet werden kann. Die Beziehung zwischen den mittleren Erträgen auf den acht Schlägen ist bei einem Korrelationskoeffizienten von 0,91 zwar eng, die Steigung der Regressionsgeraden ist jedoch deutlich von 1 verschieden (0,62). Der Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der Y-Achse unterscheidet sich mit 2,18 ebenfalls deutlich von 0. Offensichtlich reagieren die Sensoren systembedingt unterschiedlich stark auf hohe und niedrige Durchsätze an den Sensoren. Steinmayr [110] kam bei seinen Untersuchungen an einem Versuchsstand zu ähnlichen Ergebnissen.

**Filterung von Ertragsdaten mit der H-Methode.** Die Ertragsdaten von drei Ertragsmesssysteme wurden ebenso mit der H-Methode gefiltert wie Ertragsdaten eines Claas Ertragsmesssystems. Die H-Methode vergleicht Ertragsmesswerte mit den Ertragsmesswerten in den Nachbarfahrspuren und ist deshalb insbesondere dafür geeignet, fehlerhafte Messwerte zu identifizieren.

Die Filterung wirkte sich unterschiedlich auf die Ertragsdaten eines AgLeader und eines Dronningborg Systems aus. Während im Durchschnitt 44 % der Daten des AgLeader Systems durch die H-Methode gefiltert werden, betrug der Filterquotient bei den Daten des Dronningborg Systems nur 29 %. Beim AgLeader System wurde durch die Filterung der minimale Rasterertrag deutlich erhöht und der maximale Rasterertrag erniedrigt. Beide Werte sind nach der Verarbeitung der Ertragsdaten des AgLeader Systems mit der H-Methode den entsprechenden Werten des Dronningborg System wesentlich ähnlicher. Auch die Standardabweichung der Rastererträge sowie die minimale und maximale Standardabweichung der Messwerte des AgLeader Systems konnte durch die Filterung deutlich verringert und denen des Dronningborg

Systems angeglichen werden. Die Filterung der Ertragsdaten des Dronningborg Systems hatte lediglich einen nennenswerten Einfluss auf die minimale Standardabweichung der Messwerte innerhalb des Suchradius. Dieser Wert wurde um 50 % verringert.

Die Korrelationen zwischen den aus gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten berechneten Rastererträgen der beiden Ertragsmesssysteme weisen eine hohe Spannweite auf. Im Mittel über alle Schläge ist der Einfluss der Filterung auf den Korrelationskoeffizienten gering. Durch die Filterung konnte allerdings die Standardabweichung der mittleren Ertragsdifferenzen über alle Variationen der Interpolationsparameter im Mittel um 50 % verringert werden. Dies deutet darauf hin, dass die Vergleichbarkeit der Ertragsdaten nach der Filterung unabhängiger von Faktoren wie Rastergrösse, Suchradius und Wichtung der Messwerte sind. Die Standardabweichung der mittleren Rasterertragsdifferenzen wurde durch die Filterung deutlich vermindert. Da dieser Wert Aufschluss darüber gibt, wie Rasterertragsdifferenzen um einen Mittelwert streuen, kann aus der Verringerung geschlossen werden, dass die durch die Ertragskarten dargestellten Ertragsmuster unabhängig von der absoluten Höhe des Ertrags nach der Filterung besser übereinstimmen.

Auch die Analyse von Semivariogrammen, die aus gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten von drei Ertragsmesssystemen berechnet wurden, deuten darauf hin, dass Ertragsdaten nach der Filterung geringere Unterschiede aufweisen. Alle Semivariogramme weisen nach der Filterung eine mit zunehmender Entfernung zum Schätzwert typisch zunehmende Semivarianz auf. Die Semivarianzen der Messwerte der drei Ertragsmesssysteme weisen bei gleicher Entfernung zum Schätzwert nach der Filterung erheblich geringere Unterschiede auf. Schliesslich ist der Verlauf der Semivarianzen nach der Filterung wesentlich ähnlicher. Dies drückt sich in einem sehr hohen Korrelationskoeffizienten (0,98) für die Beziehung zwischen den Semivarianzen der gefilterten Daten aus.

Durch die Filterung der Ertragsdaten eines Claas Ertragskartierungssystems mit der H-Methode wurden 23 % der Daten gelöscht und die Standardabweichung aller Ertragsmesswerte von 2,64 t/ha auf 0,98 t/ha reduziert. Der mittlere Ertrag wurde um 0,59 t/ha auf 9,23 t/ha angehoben. Die aus gefilterten Ertragsdaten erstellte Ertragskarte mit einer Rastergrösse von 5 m weist ebenfalls eine geringere Standardabweichung des Ertrages und einen erhöhten mittleren Ertrag gegenüber der aus ungefilterten Daten berechneten Ertragskarte auf. Die Standardabweichung der Ertragsmesswerte innerhalb der Suchradien konnte durch die Filterung erheblich auf ein plausibles Mass ( $< 2t/ha$  innerhalb von 10 m) verringert werden. Die Verminderung der Standardabweichung beruht allerdings nicht auf einer schlagumfassend einheit-

lichen Reduzierung. Einzelnen Bereiche mit hohen Standardabweichungen bleiben auch nach der Filterung erhalten. Schliesslich zeigte die Gegenüberstellung von Semivariogrammen, die aus gefilterten und ungefilterten Daten erstellt worden waren, dass nur der Verlauf des Semivariogramms der gefilterten Ertragsdaten bei einem wesentlich geringeren Niveau der Semivarianzen dem erwarteten Modell eines Semivariogramms entspricht. Nur die gefilterten Daten weisen mit zunehmender Entfernung vom Schätzwert zunehmende Semivarianzen auf.

Aus den Ergebnissen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden :

1. Der Vergleich von Ertragsdaten, die mit drei verschiedenen Ertragsmesssystemen auf einem Mähdrescher erfasst wurden, zeigt, dass die Messwerte an gleicher Position sich zum Teil erheblich voneinander unterscheiden.
2. Die Ertragsdaten unterschiedlicher Ertragsmesssysteme reagieren unterschiedlich auf die Filterung mit der H-Methode.
3. Die Filterung von Ertragsdaten mit der H-Methode bewirkt, dass :
  - (a) die statistischen Eigenschaften der Ertragsdaten zweier Ertragsmesssysteme (z.B. Standardabweichung der Mittelwerte der Rastererträge, minimale und maximale Rastererträge) nach der Filterung mit der H-Methode ähnlicher sind.
  - (b) die Differenzen zwischen Ertragskarten aus Ertragsdaten unterschiedlicher Ertragsmesssysteme weniger von den Interpolationsparametern abhängen, die bei der Erstellung der Ertragskarten mit *Inverse Distance* verwendet wurden.
  - (c) die aus den gefilterten Daten resultierenden Ertragskarten eine geringere Standardabweichung der mittleren Differenzen aufweisen.
  - (d) die Korrelation zwischen den Semivariogrammen von drei Ertragsmesssystemen nach der Filterung wesentlich höher und ihr Verlauf ähnlicher ist
4. Auch nach der Filterung traten auf einzelnen Schlägen erhebliche Unterschiede zwischen mittleren Erträgen auf Schlagebene und Rastererträgen auf. Die Unterschiede stehen in Zusammenhang mit der Höhe des Ertrages.

Aufgrund der Untersuchungen von Ertragsdaten verschiedener Ertragsmesssysteme kann davon ausgegangen werden, dass die H-Methode geeignet ist Ertragsdaten verschiedener Ertragsmesssysteme vergleichbarer zu machen und

ihre Qualität einem gemeinsamen Niveau anzunähern. Dieser Effekt beruht auf der Eliminierung fehlerhafter Messwerte.

Die H-Methode ist allerdings nicht in der Lage systematische Fehler zu erkennen und zu beseitigen. Systematische Fehler entstehen durch die unterschiedliche Reaktion der Sensorsysteme auf hohe und niedrige Masse- bzw. Volumendurchsätze und fehlerhafte oder mangelhafte Kalibrierung.

### 6.3 Vergleich von Interpolationsverfahren

Um den Einfluss von Interpolationsverfahren und deren Parametrisierung auf Ertragskarten zu untersuchen, wurden aus gefilterten und ungefilterten Ertragsdaten unterschiedlicher Ertragsmesssysteme Ertragskarten mit zwei Interpolationsverfahren erstellt und verglichen.

Der Einfluss aller untersuchten Parameter (Schlag, Ertragssensor, Interpolationsverfahren und Filterung) auf den Mittelwert der Gridresiduen ist gering. Mit Ausnahme eines Datensatzes sind die Mittelwerte geringer als die Messgenauigkeit von Ertragssensoren (0,22 t/ha, 3 % von 7,2 t/ha).

Die Spannweite der Standardabweichung der Gridresiduen lag zwischen 0,10 t/ha und 2,58 t/ha und zeigte eine wesentliche stärkere Variation als die Mittelwerte. Die Unterschiede in den Standardabweichungen zwischen Daten, die mit unterschiedlichen Ertragsmesssystemen erfasst wurden, sind am höchsten. Die Ursache hierfür ist in den von Noack [80] dargestellten Unterschieden in der Behandlung der Daten im Ertragsmonitor zu vermuten. Während die Ertragmesswerte eines Dronningborg Fieldstar Ertragsmesssystems vor der Speicherung auf der Basis eines gleitenden Mittelwertes gefiltert werden, speichert das AgLeader Ertragsmesssystem die Rohmesswerte. Da die Vorverarbeitung auf der Basis von gleitenden Mittelwerten zur Überschätzung niedriger Erträge und zur Unterschätzung hoher Erträge führt, ist die Speicherung von ungefilterten Ertragsdaten vorzuziehen. Die Filterung von Daten nach Abschluss der Datenaufzeichnung ist der Online-Filterung aufgrund der vollständigen Kenntnis über benachbarte Messwerte vorzuziehen.

Durch Filterung der Daten mit der H-Methode konnte die Standardabweichung der Gridresiduen deutlich um 72 % von 1,00 t/ha auf 0,38 t/ha vermindert werden. Somit ist der Einfluss der Filterung auf Daten aus beiden Ertragsmesssystemen auf die Standardabweichung der Gridresiduen fast genau so gross wie der Einfluss der Ertragsmesssysteme selbst. Diese Ergebnisse zeigen, dass eine Filterung von Ertragsdaten zu einer Steigerung der Aussagekraft von Ertragskarten führt.

Die Verwendung verschiedener Interpolationsverfahren hatte demgegenüber einen geringen Einfluss auf die Standardabweichung der Gridresiduen. Die Spannweite der Standardabweichung war geringer (0,05 t/h) als die Spannweite der Standardabweichungen zwischen den mittleren Standardabweichungen auf den untersuchten Schlägen (0,08 t/ha).

Die Qualität von Ertragskarten hängt also stark vom verwendeten Ertragsmesssystem ab. Darüber hinaus übt die Filterung von Ertragsdaten einen starken Einfluss auf die Qualität von Ertragskarten aus. Demgegenüber ist der Einfluss der Interpolationsverfahren im Vergleich gering.

# 7

## Ausblick

Eine wichtige Voraussetzung für weitere wesentliche Fortschritte bei der Ertragsdatenverarbeitung ist die Standardisierung von Ertragsdatenformaten und Prozeduren für deren Verarbeitung. Die zur Zeit von den Herstellern verwendeten Datenformate unterscheiden sich erheblich bezüglich der Informationstiefe, dem Grad der Vorverarbeitung und in den verwendeten Einheiten. Für eine konsistente und einheitliche Verarbeitung der Daten ist die Festlegung eines Datenformats mit definierten Einheiten erforderlich. Zur Zeit wird an der Erarbeitung einer ISO Norm gearbeitet, die unter anderem ein Format für Ertragsdaten festlegen soll. Es bleibt zu hoffen, dass die Festlegung dieser Norm zeitnah abgeschlossen und von den Herstellern von Ertragsmesssystemen umgehend umgesetzt wird.

Durch die Anbringung zusätzlicher Sensoren auf den Erntemaschinen oder das Speichern von Messwerten bereits vorhandener Sensoren könnten Ertragsmesswerte noch besser auf ihre Plausibilität hin überprüft werden. Neben Sensoren für die Erfassung der tatsächlichen Schnittbreite wäre vor allem die Erfassung und Abbildung der Aufteilung des Gutstroms nach Verlassen der Druschtrommel von hohem Interesse.

Die H-Methode ist als Verfahren zur fahrspurbasierten Korrektur von Messwerten nicht nur für die Anwendung bei Ertragsdaten geeignet. Es wäre ebenso vorstellbar, dass andere Daten, die fahrspurbezogen mit GPS erhoben werden, ebenfalls mit dieser Methode korrigiert werden könnten. So könnten EM38<sup>1</sup> Messdaten mit der H-Methode korrigiert werden um zu prüfen, ob diese Methode der Korrektur auch für diese Art von Daten geeignet ist. Ebenso könnte die Methode dazu verwendet werden, die Feuchtemesswerte, die bei

---

<sup>1</sup>geoelektrisches Messsystem zur Erfassung der Bodenfeuchte, des Tongehalts und anderer Parameter

fast allen Ertragsmesssystemen ebenfalls erfasst werden, zu korrigieren.

Die programmtechnische Umsetzung der hier vorgestellten H-Methode zu Korrektur von Ertragskarten erfolgte in Visual Basic 6.0 als laufende Entwicklung im Rahmen des Verbundforschungsprojektes preagro und ist nicht für die Erstellung eines kommerziellen Programmes geeignet. Auch sind einige Algorithmen, wie die zur Erkennung von Fahrspuren und die zur Zuordnung von Nachbarfahrspuren, noch nicht fehlerfrei und beanspruchen sehr viel Rechenzeit. Der Bereitstellung eines fertigen Programmes für die wissenschaftliche und praktische Anwendung soll eine Verbesserung der Benutzeroberfläche und der Algorithmen vorangestellt werden.

# 8

## Summary

A yield map is the visual representation of yield variation within a field. Yield data for the creation of yield maps is collected by combining the signals from a yield sensor with the signals from a GPS receiver.

**Errors in yield data.** It is reported that yield monitoring systems are very accurate on a load basis. Then the absolute amounts of grain yield match very well when comparing to the results obtained with scale weights (Auernhammer et al, [9]). Al-Mahasneh [1] reported that the correlation between yield monitor readings and the readings of an inboard electronic scale improved with increasing harvest length, especially during the first 50 m.

However, yield data files logged with yield monitors contain erroneous measurements as the sensors are operating in harsh environments. Also, different factors as unknown cutting width entering the combine, the time the grain travels from the header to the sensor and tilt of the combine affect the reliability of yield measurements. Errors occurring during the process of yield data collection have been very well described and classified by Blackmore [24].

The removal of potentially erroneous measurements from yield data files is a prerequisite for the creation of meaningful yield maps. Simplistic approaches use upper and lower threshold values to filter yield datasets. The threshold values are either fixed or based on the standard deviation of the dataset. Global threshold filtering does not account for the local variance of yield and its spatial distribution and may therefore fail to remove erroneous measurements or even remove reliable data.

Different authors have presented expert filters for filtering yield data files. Some of these filters rely on information that will not be available in all data file formats.

Rands [91] has presented a filter that mainly focuses on the removal of positional errors. However, since the removal of selective availability in May 2000



and with the ongoing enhancements in GPS technology positional errors only play a marginal role now.

Blackmore et al [24] suggested a method called Potential Mapping which aims at overcoming the problem of unknown cutting width. The method requires that yield data is recorded as mass since last reading and summates the data within one grid cell. Potential Mapping is sensitive to missing data and requires that the whole field is harvested with combines that use yield sensors.

Beck et al [20] presented a filter that comprises of different methods one of the main components being a bitmap filter. They reported that the filter successfully removed datapoints. The bitmap filter being designed to determine whether a defined spot has been harvested proved to be sensible to missing data and GPS errors.

Taylor et al [114] have described a filter deriving threshold values from the standard deviations of yield and grain flow within grid cells and compares them to the single values. They reported that data points with harvest width errors were removed successfully. Thylen et al [116] used the 10 nearest datapoints and their statistical characteristics for a comparison with single yield measurements.

This thesis aims at investigating and comparing the influence of different GPS and yield flow sensors as well as interpolation methods on the quality and reliability of yield maps. At the same time a new approach to filter erroneous yield data measurements has been evaluated.

**GPS accuracy tests.** The dynamic accuracy of GPS receivers has been tested. The results of two trials indicate that the use of high quality L1 GPS receivers in combination with L-Band subscription from OmniSTAR or Thales helps to eliminate positioning as a source of error in yield maps. With these receivers even the use of uncorrected GPS or upcoming EGNOS/WAAS corrections may produce satisfying accuracy for the purpose of yield mapping. Some low cost consumer GPS products had also been tested. Their accuracy proved to be too low to be used for positioning in yield measurement systems.

**The H-Method.** As part of this thesis a method called the H-Method for filtering yield data has been developed. The algorithms are based on a minimum set of information. Apart from position and yield it only requires date and time of recording. After the import procedure data is stored in chronological order and processed step-by-step :

1. **Preprocessing:** Several derived parameters are calculated for later use (heading, angular speed, floating average of yield, local standard deviation of yield).
2. **Track Recognition:** Track recognition is achieved by detecting changes in angular speed and heading. Tracks with less than 10 data points are excluded from further processing. This part of the code also determines the nearest tracks to the left and right hand side of every data point.
3. **Filtering :** The actual filtering is accomplished on the basis of floating average yields (5 periods) and the local standard deviations (5 periods) of the two nearest datapoints in the neighbouring tracks. Upper and lower threshold values are calculated by adding a tolerance to the floating average yield. The tolerance is twice of the local standard deviation, limited to 30 % of the floating average yield. Upper and lower threshold values are finally compared to the yield measurement in the track in order to decide whether the measurement is to be deleted.

**Evaluation of the H-Method.** The H-Method has also been tested and evaluated. During the small grain harvest in 2001 and 2002, a MF 7272 combine harvester equipped with Datavision Flowcontrol and AgLeader 565 yield measurement systems both measuring the same grain flow was operated on different fields of the Gut Wittenfeld farm in Bavaria, Germany (48 deg 50 min N, 11 deg 12 min E). Both systems were fed with position data from the same GPS receiver (Trimble AgGPS 132 using OmniSTAR differential corrections). The Datavision system logged yield data at an interval of 3 s, the Agleader was setup to log at 1 s intervals. The Agleader system uses an impact plate in the grain elevator to determine the mass flow. The Datavision system determines the grain flow by measuring the grain volume on the elevator paddles with a radiometrical device.

Yield data from both systems was filtered with the H-Method comparing yield measurements in tracks with those from neighbouring tracks. Filtered and raw yield data from both systems were used to generate yield maps with grid cell sizes between 5 and 50 m in 5 m steps using *Inverse Distance* interpolation. For each grid size the search radius (1-, 1.5- and 2-fold of grid cell size) and the power for the calculation of inverse distance (0, 1, 2) were varied. The calculations produced 360 yield maps per field. The difference between the grid cell values at the same location were calculated to compare the yield maps derived from raw data and from filtered data for both yield measurement systems. 90 yield difference maps were generated for both filtered

red and raw data. Finally, the average and standard deviation of differences between grid cell values and the Pearson correlation coefficient between grid cell values were determined.

The comparison of mean yields calculated from raw data revealed that the Datavision system tends to indicate higher mean yields for high yielding fields whereas mean yields for lower yielding fields were higher for the Agleader system. The differences between mean yields generated from raw data were up to 20 %. The standard deviations of grid cell values were substantially higher for the AgLeader system on all fields for both raw and filtered data. Filtering removed about 50 % more data from AgLeader raw data files than from Datavision raw data files and led to a decrease of standard deviations of grid cell values for the AgLeader system for all fields. The standard deviations of grid cell values were not affected by filtering the raw data files collected with the Datavision system. After filtering, the standard deviations of grid cell values converged.

The average correlation over all grid sizes between the grid cell values of the two yield maps created from raw data differed substantially between the fields (0,41 - 0,90). Except for the field Allee, the correlation between the filtered yield maps was lower than that between the raw yield maps. The relation between correlations and grid size was much lower than reported by Muhr and Noack (2002) and some correlations were even independent of grid cell size.

The mean difference and the standard deviation of differences between grid cell values were calculated for all yield difference maps. The average standard deviations of differences were higher for the comparison between raw yield maps except for one field. Also, the average of standard deviations were higher for the comparison between raw yield maps (except for one field).

Filtering did not necessarily help to minimize the mean difference. However, in most cases the standard deviation of differences was lower after filtering. The mean difference between the grid cell values of the raw data maps for one field (grid cell size 5 m, search radius 10 m, 2663 grid cells) was lower (0,14 t/ha) than the difference between the grid cell values of the filtered maps (-0,47 t/ha, 2222 grid cells), but filtering led to a decrease in standard deviation from 1,31 t/ha (raw data) to 0,67 t/ha (filtered data).

In the absence of an absolute measure of yield the comparison between the yield maps generated from yield data collected with the AgLeader and the Datavision yield measurement systems cannot indicate whether one system is more accurate than the other.

However, the results indicate that the data collected with the two yield measurement systems differ in reliability. This may be due to different sensitivity of the sensors due to changes in grain flow. On the other hand, it is known that

yield monitors filter raw measurements to a different degree before logging a value to memory. In this case, filtering prior to logging in the Datavision system would explain the differences in variation of mean yield and standard deviation as well as the standard deviation to be stable after filtering with the H-Method. The latter is therefore considered more likely than the Datavision sensor being less sensitive changes in grain flow.

The correlation between the raw and the filtered yield maps varied substantially between the fields investigated for both filtered and unfiltered data. With the smoothing effect of filtering prior to logging in the Datavision system the yield in low yielding spots may be overestimated. This would result in extending the range of values and in the correlation coefficients decreasing substantially.

The average standard deviations of yield differences were substantially diminished by filtering in yield maps from 6 out of 8 fields (average decrease: 180 %). The average of standard deviation of yield differences even decreased in 7 out of 8 cases (average decrease:40 %). This indicates that filtering helped to improve the comparability of yield maps. The increased stability of differences after filtering does not mean that filtering reduced the difference itself. Systematic differences between the yield measurements may always occur and is due mainly to missing or wrong calibration of the sensors. The Datavision system indicating higher mean yields on high yielding fields and lower mean yields on low yielding fields may also be due to calibration. Yield sensors should be calibrated at different grain flow rates.

**Conclusions.** The yield measurement systems investigated here log data with different qualities with respect to reliability. The AgLeader system seems to be more sensitive to rapid changes in yield than the Datavision system. On the other hand, it is more likely to produce erroneous measurements. Filtering yield data with the H-Method helped to remove erroneous measurements collected with the AgLeader system and improved the relative comparability of yield maps generated with filtered data from the two yield measurement systems.

Regular calibration of sensors and sensible operation of combine harvesters are prerequisites for the improvement in the comparability of yield maps generated from yield data collected with different yield mapping systems.

# Literaturverzeichnis

- [1] Al-Mahashneh, M.A., Colvin, T.S.; 2000: Verification of Yield Monitor Performance for On-The-Go Measurement of Yield with an In-Board Electronic Scale. In: *Transactions of ASAE* 43 (2000), Nr. 4, S. 801–807
- [2] Arslan, S., Colvin, T.S.; 2002: Grain Yield Mapping: Yield Sensing, Yield Reconstruction, and Errors. In: *Precision Agriculture, 3*, Kluwer Academic Publishers (2002), S. 135–154
- [3] Arslan, S., Inanc, F., Gray, J.N. , Colvin, T.S.; 2000: Grain Flow Measurements with X-Ray Techniques. In: *Computer and Electronics in Agriculture* 200 (2000), Nr. 26, S. 65–80
- [4] Asensio, P.; 1999: *Genauigkeit von DGPS mit verschiedenen Korrekturdatensystemen im statischen und mobilen Einsatz*, Institut für Landtechnik, TU München, Freising-Weihenstephan, Diplomarbeit, 1999
- [5] Auernhammer, A.; 2005: Anforderungen an standardisierte Algorithmen für die Ertragskartierung - Stand und Überlegungen für eine ISO Norm. In: *Mähdrescher, Heft 38* (2005), S. 199–206
- [6] Auernhammer, H.; 2004: *Vorlesungsunterlagen Allgemeine Landtechnik I, Technik im Getreidebau*, Technische Universität München, Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung, Fachgebiet Technik im Pflanzenbau, Diss., 2004
- [7] Auernhammer, H., Demmel, M.; 1993: Lokale Ertragsermittlung beim Mähdrusch. In: *Landtechnik* 48 (1993), Nr. 6
- [8] Auernhammer, H., Demmel, M.; 1994: Ertragsmessgeräte für den Mähdrescher im zweijährigen praktischen Vergleich. In: *BML Arbeitstagung '94, KTBL Darmstadt 1994, Arbeitspapier 202* (1994), S. 62–69
- [9] Auernhammer, H., Demmel, M., Muhr, K., Rottmeier, J. , Wild, K.; 1993: Yield Measurements on Combine Harvesters. In: *An ASAE*

- Meeting Presentation, Paper No. 93-1506, 1993, Chicago, Illin./USA., 8 pages (1993)*
- [10] Auernhammer, H., Demmel, M., Muhr, T., Rottmeier, J. , Wild, K.; 1994: Site Specific Yield Measurement in Combines and Forage Harvesting Machines. In: *Proc. of AgEng 94, Milano, Italy, Report N. 94-D-139, 10 pages (1994)*
- [11] Auernhammer, H., Demmel, M. , Pirro, P.J.M.; 1995: Yield Measurement on Self Propelled Forage Harvesters. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 95-1757, 1995, Chicago, Illin./USA. 9 pages (1995)*
- [12] Auernhammer, H., Muhr, M. Demmel T., Rottmeier, J. , Wild, K.; 1993: Site Specific Yield Measurement in Combines and Forage Harvesting Machines. In: *AgEng Report N. 94-D-139; 1994, Milano. 8 pp. (1993)*
- [13] Auernhammer, H., Muhr, M. Demmel T., Rottmeier, J. , Wild, K.; 1993: Yield Measurement on combine harvesters. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 93-1506, 1993, Chicago, Illin./USA. 8 pages (1993)*
- [14] Auernhammer, H., Muhr, T. , Demmel, M.; 1994: GPS and DGPS as a Challenge for Environment friendly Agriculture. In: *EURNAV 94 3rd Intern. Conf. on Land Vehicle Navigation (1994), S. 81–91*
- [15] Bae, Y.H., Borgelt, S.C., Searcy, S.W., Schueller, J.K. , Stout, B.A.; 1987: Determination of spatially variable yield maps. In: *Written for presentation at the 1987 Intern. Winter Meeting of the American Soc. of Agric. Engineers, Paper No. 87-1533, 1987, Chicago, Ill./USA. 17 pages (1987)*
- [16] Bakhsh, A., Jaynes, D.B., Colvin, T.S. , Kanwar, R.S.; 2000: Spatio-temporal Analysis of Yield Variability for a Corn-Soybean Field in Iowa. In: *Transactions of ASAE 43 (2000), Nr. 1, S. 31–38*
- [17] Bashford, L.L., Al-Hamed, S., Schroeder, M. , Ismail, M.; 1994: Mapping Corn And Soybean Yield Using A Yield Monitor And GPS. In: *Specific Management for Agricultural Systems. Proc. 2nd Intern. Conf. of ASA, CSSA, SSSA, 1994, Minneapolis, MN/USA, eds : P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson (1994), S. 691–708*
- [18] Bauer, M.; 1994: *Ortung mit Satelliten*. Wichmann Verlag, 1994

- [19] Beck, A.D., Roades, J.P. , Searcy, S.W.; 1999: Post-Process Filtering Techniques to Improve Yield Map Accuracy. In: *Proc. ASAE/CSAE-SCGR Annual Intern. Meeting, Paper No. 991048, 1999, Toronto, Ontario/Canada. 10 pages* (1999)
- [20] Beck, A.D., Searcy, S.W. , Roades, J.P.; 2001: Yield Data Filtering Techniques for Improved Mapping Accuracy. In: *Applied Engineering in Agriculture* 17 (2001), Nr. 4, S. 423–431
- [21] Birrell, S.J., Borgelt, S.C. , Sudduth, K.A.; 1994: Crop Yield Mapping: Comparison of Yield Monitors and Mapping Techniques. In: *P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson (eds.): Site-Specific Management for Agricultural Systems. Proc. 2nd Intern. Conf. of ASA, CSSA, SSSA, 1994, Minneapolis, MN/USA* (1994), S. 15–31
- [22] Blackmore, S.; 2001: The interpretation of trends from multiple yield maps. In: *Computers and Electronics in Agriculture* 26 (2001), Nr. 1, S. 37–51
- [23] Blackmore, S.; 2003: *The role of yield maps in precision farming*, Silsoe College, Cranfield University, Silsoe, Bedford, MK45 4DT, England, Diss., 2003
- [24] Blackmore, S., Marshall, C.: *Yield Mapping; Errors and Algorithms*. C. Robert and R.H. Rust and W.E. Larson, 1996, S. 403–415
- [25] Blackmore, S., Moore, M.; 1999: Remedial Correction of Yield Map Data. Precision Agriculture. In: *An International Journal on Advances in Precision Agriculture 1, Kluwer Academic Publishers, Boston, Mass./USA* (1999), S. 53–66
- [26] Burks, T.F., Fulton, J.P., Shearer, S.A. , Sobolik, C.J.; 2000: Influence of Dynamically Varying Inflow Rates on Clean Grain Elevator Yield Monitor Accuracy. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 01-1182,2000, University of Kentucky, Kentucky/USA.,12 pages* (2000)
- [27] Burks, T.F., Shearer, S.A., Sobolik, C. J. , Fulton, J.P.; 2000: Combine Yield Monitor Test Facility Development. In: *ASAE Paper No. 001084. Annual International Meeting, Midwest Express Center, Milwaukee, Wisconsin, July 9-12.* (2000)
- [28] Chung, S.O., Sudduth, K.A. , Drummond, S.T.; 2002: Determining Yield Monitoring System Delay time with Geostatistical and Data Segmentation Approaches. In: *Transactions of ASAE* 45 (2002), Nr. 4, S. 915–926

- [29] Clark, I., Harper, W.V.; 2000: *Practical Geostatistics 200*. Geostokos (Ecosse) Limited, 2000
- [30] Colvin, T.S., Arslan, S. *Site Specific Management Guidelines : Yield Monitor Accuracy*
- [31] Colvin, T.S., Jaynes, D.B., Kaspar, T.C., James, D.E., Meek, D.W., Cook, J.D.; 2000: Yield Certainty with Plots or Fields. In: *Proceedings of the Fifth International Conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Management, 2000, Bloomington/Minneapolis, MN. July 16 - 20*. (2000)
- [32] Colvin, T.S., Karlen, D.I., Jaynes, D.B.; 1997: Comparison of Grain Yield Monitors to Scales for Mapping. In: *Precision Agriculture 1997, BIOS Scientific Publishers Ltd.* (1997), S. 469–475
- [33] De Baerdemaker, J., Reyns, P., Maertens, K., Missotten, B.; 2000: On-Line Grain and Straw Yield Measurements During Harvest. In: *Proceedings of 28th International Symposium on Agricultural Engineering, 1-4 February, Opatija, Croatia* (2000), S. 25–32
- [34] De Baerdemaker, J., Vansichen, R.; 1991: Continuous Wheat Yield Measurement on a Combine. In: *ASAE Publication 11-91, Automated Agriculture for the 21st Century, Proceedings for 1991 Symposium, 1991, Chicago, Illin./USA*. (1991), S. 346–355
- [35] Demmel, M.: *Ertragsermittlung im Mähdrescher - Ertragsmessgeräte für die lokale Ertragsermittlung*. 1997. – Ergänzte und überarbeitete Neuauflage. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) (Hrsg.): DLG-Merkblatt 303, 19 Seiten
- [36] Demmel, M., Muhr, T., Rottmeier, J., Perger, P.v., Auernhammer, H.; 1992: Ortung und Ertragsermittlung beim Mähdrusch in den Erntejahren 1990 und 1991. In: *VDI/ Landtechnik Weihenstephan/FAM München Ū Kolloquium Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge 14* (1992), S. 107–12
- [37] Dobermann, A., Ping, J.L.; 2004: Geostatistical Integration of Yield Monitor Data and Remote Sensing Improves Yield Maps. In: *Agronomy Journal, Vol. 96* (2004), S. 285–297
- [38] Dobermann, A., Ping, J.L., Adamchuk, V.I., Simbahan, G.C., Ferguson, R.B.; 2003: Classification of Yield Crop Variability in Irrigated Production Fields. In: *Agronomy Journal, Vol. 95* (2003), S. 1105–1120



- [39] Dobermann, A., Ping, J.L., Simbahan, G.C. , Adamchuk, V.I.; 2003: Processing of Yield Map Data for Delineating Yield Zones. In: *Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, 2003, Wageningen Academic Publishers, eds. : J Stafford and A. Werner* (2003), S. 177–186
- [40] Dobers, S.; 2002: Methoden der Standorterkundung als Grundlage des DGPS gestutzten Ackerbaus. In: *Dissertation. Institut für Bodenwissenschaften, Universität Göttingen, Von-Seibold-Str. 4, D-37075 Göttingen, 237 Seiten* (2002)
- [41] Ebert, C.; 1999: *Ertragskartierung in Mecklenburg-Vorpommern. Stand, Probleme sowie Korrektur- und Auswertungsmöglichkeiten von Ertragskarten.*, Universität Rostock, Fachbereich Agrarökologie, Diplomarbeit, 1999
- [42] ESRI Ltd. *ESRI Shape File Format.* 1998
- [43] Goldensoftware, Inc.; 2002: *SURFER 8.0, Online Hilfe.* Goldensoftware, Inc., [www.goldensoftware.com](http://www.goldensoftware.com), 2002
- [44] Goosens, M., Mittelbach, F. , Samarin, A.; 1994: *The L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Companion.* Addison-Wesley Publishing Company, 1994
- [45] Griepentrog, H.W.; 2000: Fehlerquellen der Ertragsermittlung beim Mähdrusch. In: *Landtechnik* 5 (2000), S. 288–289
- [46] Grisso, R.D., Jasa, P.J., Schroeder, M.A. , Wilcox, J.C.; 1999: Yield Monitor Accuracy : Successful Farming Magazine Case Study. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 99-1047, 1999, Toronto, Ontario/Canada, 8 pages* (1999)
- [47] Han, S., Zhang, Q., Noh, N. , Shin, B.; 2004: A Dynamic Performance Evaluation Method dor DGPS Receivers under Linear Parallel-Tracking Applications. In: *Transactions of ASAE* 47 (2004), Nr. 1, S. 321–329
- [48] Howard, K.D., Pringle, J.L., Schrock, M.D., Kuhlmann, D.K. , Oard, D.; 1993: An Elevator based Grain Flow Sensor. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 93-1504, 1993, Chicago, Illin./USA., 23 pages* (1993)
- [49] Institute for Navigation, The; 1997: *ION STD 101. Recommended Test Procedures for GPS. Revision C.* The Institute for Navigation, 1800

- Diagonal Road, Suite 480 Alexandria, VA 22314, USA, 1997. – ISBN 0-936406-04-6
- [50] Isensee, E., Kripahl, S.; 2001: Online-Vergleich von Ertragsmesssystemen im Madrescher. In: *Landtechnik* 56 (2001), Nr. 4, S. 274–275
- [51] Jasa, P.J., Grisso, R.D. , Wilcox, J.C.; 2000: Yield Monitor Accuracy at Reduced Flow Rates. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 00-1085, 2000, Milwaukee, Wisconsin/USA., 12 pages* (2000)
- [52] Jurschik, P., Giebel, A. , Wendroth, O.; 1998: Beziehungen zwischen lokalen Ertragsdaten und Fernerkundungsdaten. In: *Agrartechnische Forschung* 4 (1998), Nr. 2, S. 84–102
- [53] Jurschik, P., Giebel, A. , Wendroth, O.; 1998: Verarbeiten von Ertragsdaten aus Mahdreschern. In: *VDI-MEG Tagung Landtechnik, 1998, Garching, VDI-Verlag Düsseldorf* (1998), S. 215–221
- [54] Jurschik, P., Giebel, A. , Wendroth, O.; 1999: Processing Point Data from Combine Harvesters for Precision Farming. In: *Precision Agriculture '99, Sheffield Academic Press* (1999), S. 297–304
- [55] Kastens, D.L., Kastens, T.L. , Taylor, R. K.; 2000: No Room for Error. Software aims to improve accuracy in yield mapping output. In: *Resource. Engineering and Technology for a Sustainable World* 7 (2000), Nr. 2, S. 11–12
- [56] Kettle, L.Y., Peterson, C.L.; 1999: An Evaluation of Yield Monitors and GPS Systems on hillside Combines operating on Steep Slopes in the Palouse. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 98-1046, 1998, Orlando, Florida/USA, 43 pages* (1999)
- [57] Klemme, K.A., Froehlich, D.P. , Schumacher, J.A.; 1992: Spatially Variable Technology for Crop Yield. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 92-1543, 1992, Nashville, Tennessee/USA., 20 pages* (1992)
- [58] Kopka, H.; 1988: *TEX- eine Einführung*. Addison-Wesley Publishing Company, 1988
- [59] Kormann, G.; 1998: Entwicklung und Test eines Prüfstandes für Ertragsmesssysteme auf Mahdreschern. In: *VDI-MEG Tagung Landtechnik, 1998, Garching, VDI-Verlag Dusseldorf* (1998), S. 275–280

- [60] Krumpelmann, M.J., Sudduth, K.A.; 2000: Design and Analysis of a Grain Weighing System. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 00-1126, 2000, Milwaukee, Wisconsin/USA, 11 pages* (2000)
- [61] Kutzbach, H.D.; 2001: Mähdrescher. In: *Jahrbuch Agrartechnik 2001. Matthies, H.J. und F. Meier (Hrsg.), Landwirtschaftsverlag Münster* (2001), S. 125–132
- [62] Lark, R.M., Stafford, J.V.; 1997: Exploratory Analysis of yield Maps of Combinable Crops. In: *Precision Agriculture 1997, BIOS Scientific Publishers Ltd.* (1997), S. 887–894
- [63] Le Bars, J.M., Boffety, D.; 1997: Location Improvement by Combining a D-GPS System with On-Field Vehicle Sensors. In: *Precision Agriculture 1997, BIOS Scientific Publishers Ltd.* (1997), S. 585–591
- [64] Leick, A.; 2004: *GPS Satellite Surveying, 3. Ausgabe.* John Wiley and Sons, 2004
- [65] Macy, T.S., Thackery, D.L., Macy, N.C.; 1994: Yield Monitoring Experiences – 1994. In: *Proc. of ASAE Winter Meeting Dec. 16, 1994, Atlanta/USA* (1994)
- [66] Maertens, K., De Baerdemaeker, J., Ramon, H.; 2000: Modelbased signal processing on a combine harvester. In: *Proceedings of 1st International Workshop on Sound and Vibrations in Agricultural and Biological Engineering, 13-15 September, Leuven, Belgium* (2000), S. 49–54
- [67] Maertens, K., De Baerdemaker, J., Ramon, H., De Keyser, R.; 2001: An Analytical Grain Flow Model for a Combine Harvester, Part I : Design of the Model. In: *J. agric. Engng. Res.* 79 (2001), Nr. 1, S. 55–63
- [68] Maertens, K., De Baerdemaker, J., Ramon, H., De Keyser, R.; 2001: An Analytical Grain Flow Model for a Combine Harvester, Part II : Analysis and Application of the Model. In: *J. agric. Engng. Res.* 79 (2001), Nr. 2, S. 187–193
- [69] Maier, S.; 1994: Feuchtemessung während des Erntevorgangs. In: *VDI-MEG Tagung Landtechnik, 1998, Garching, VDI-Verlag Dusseldorf* 49 (1994), Nr. 4, S. 236–237
- [70] McCauley, J.D., Engel, B.A.; 1997: Approximation of Noisy Bivariate Data for Precision Mapping. In: *Transactions of ASAE* 40 (1997), Nr. 1, S. 237–245

- [71] Missotten, B., Strubbe, G. , De Baerdemaker, J.; 1997: Straw Yield Mapping: A Tool for Interpretation of Grain Yield Differences within a Field. In: *Precision Agriculture 1997*, BIOS Scientific Publishers Ltd. (1997), S. 735–742
- [72] Muhr, T.; 1989: *Vergleich von berührungslos arbeitenden Geschwindigkeitssensoren für die Landwirtschaft*, Institut für Landtechnik, TU München, Freising-Weißenstephan, Diplomarbeit, 1989
- [73] Murphy, D.P., Schnug, E. , Haneklaus, S.; 1994: Yield Mapping - A Guide to Improved Techniques and Strategies. In: *P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson (eds.): Site-Specific Management for Agricultural Systems. Proc. 2nd Intern. Conf. of ASA, CSSA, SSSA, 1994, Minneapolis, MN/USA.* (1994), S. 33–47
- [74] Noack, P.O.; 2002: H-Methode. In: *Landtechnik* 2 (2002), Nr. 43, S. 123–134
- [75] Noack, P.O., Muhr, T.; 2002: Aufbereitung von Ertragsdaten. In: *Precision Agriculture - KTBL Sonderveröffentlichung 038, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt* (2002), S. 169–178
- [76] Noack, P.O., Muhr, T.; 2002: Aufbereitung von Ertragsdaten. In: *Precision Agriculture, Herausforderungen an integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis, KTBL Sonderveröffentlichung 038, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt* (2002), S. 169–178
- [77] Noack, P.O., Muhr, T. , Demmel, M.; 2001: Langzeitstudie zur Bestimmung von Fehlern während der georeferenzierten Erfassung von Ertragsdaten auf Mahdreschern. In: *Agricultural Engineering, VDI-MEG Tagung, 9. bis 10. November 2001, Hannover* (2001), S. 243–246
- [78] Noack, P.O., Muhr, T. , Demmel, M.; 2001: Long term studies on determination and elimination of errors occurring during the process of georeferenced yield data collection on combine harvesters. In: *Proceedings of the Third European Conference on Precision Agriculture. Grenier, G., Blackmore, S. (eds). agro Montpellier 2001* 2 (2001), S. 833–837
- [79] Noack, P.O., Muhr, T. , Demmel, M.; 2003: An algorithm for automatic detection and elimination of defective yield data. In: *Proceedings of the*

- 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, 2003, Wageningen Academic Publishers, eds. : J Stafford and A. Werner (2003), S. 445–450*
- [80] Noack, P.O., Muhr, T. , Demmel, M.; 2003: Relative accuracy of different yield mapping systems installed on a single combine harvester. In: *Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, 2003, Wageningen Academic Publishers, eds. : J Stafford and A. Werner (2003), S. 451–456*
- [81] Noack, P.O., Muhr, T. , Demmel, M.; 2005: Effect of interpolation methods and filtering on the quality of yieldmaps. In: *Precision Agriculture 05, Wageningen Academic Publishers, ed. J. Stafford (2005), S. 701–706*
- [82] Nolan, S.C., Haverland, G.W., Goddard, T.W., Green, M. , Penney, D.C.; 1996: Building a Yield Map from Geo-referenced Harvest Measurements. In: *P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson (eds.): Precision Agriculture. Proc. of the 3rd Intern. Conf. on Precision Agriculture 1996, Minneapolis, MN/USA. (1996), S. 885–892*
- [83] Pace, Scott; 1995: *The Global Positioning System - Assessing National Policies*. RAND Corporation, 1995
- [84] Pang, S.N., Corb, G.C.; 1990: A Grain Flow Sensor for Yield Mapping. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 90-1633, 1990, Chicago, Illin./USA., 10 pages (1990)*
- [85] Panneton, B., Brouillard, M. , Piekutowski, T.; 2001: Integration fo Yield Data from Several Years into a Single Map. In: *J. Steffe (ed.): EFITA 2001. Proc. 3rd European Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and the Environment, 2001, Montpellier, France (2001)*
- [86] Panten, K., Haneklaus, S. , Schnug, E.; 2002: Spacial Accuracy of Online Yield Mapping. In: *Landbauforschung Völkenrode 52 (2002), Nr. 4, S. 205–209*
- [87] Perez-Munoz, F., Colvin, T.S.; 1994: Continuous Grain Yield Monitoring. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 94-1552, 1993, Kansas, USA., 11 pages (1994)*

- [88] Ping, J.L., Dobermann, A.; 2003: Creating Spatially Contiguous Yield Classes for Site-Specific Management. In: *Agronomy Journal, Vol. 95* (2003), S. 1121–1131
- [89] Prairie Agricultural Machinery Institute. *A Comparison of Three Popular Yield Monitors and GPS Receivers*. 1999
- [90] Pringle, J.L., Schrock, M.D., Hinnen, R.T., Howard, K.D., Oard, D.L.; 1993: Yield Variation in Grain Crops. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 93-1505, 1993, Chicago, Illin./USA., 10 pages* (1993)
- [91] Rands, M.: *The Development of an Expert Filter to Improve the Quality of Yield Mapping Data*. 1995. – Unpublished MSc thesis, Silsoe College, Department of Agricultural and Environmental Engineering
- [92] Reitz, P.; 1992: Ertragskartierung. In: *Landtechnik* 6 (1992), S. 273–276
- [93] Reitz, P.; 1997: Untersuchungen zur Ertragskartierung während der Getreideernte im Mahdrescher. In: *Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG), Stuttgart. Selbstverlag. 135 Seiten* (1997)
- [94] Reitz, P., Kutzbach, H.D.; 1992: Technische Komponenten für die Erstellung von Ertragskarten während der Getreideernte mit dem Mäh-drescher. In: *VDI/Landtechnik Weihenstephan/FAM München, Kolloquium Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge* 14 (1992), S. 91–105
- [95] Reitz, P., Kutzbach, H.D.; 1996: Investigations on a particular yield mapping system for combine harvesters. In: *Computers and Electronics in Agriculture* 14 (1996), S. 137–150
- [96] Reyniers, M., Maertens, K., Reyns, P., De Baerdemaker, J.; 2001: Management of combine Harvester precision farming data to make usefull maps. In: *Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Agriculture, Montpellier, 2001, Wageningen Academic Publishers, eds.: J Stafford and A. Werner* (2001), S. 85–90
- [97] Reyns, P., Missotten, B., Ramon, H., De Baerdemaker, J.; 2002: A Review of Combine Sensors for Precision Farming. In: *Precision Agriculture, 3, Kluwer Academic Publishers* (2002), S. 169–182
- [98] Russell, A.; 1999: Yield Monitor Performance Test Standard. In: *Developed by the ASAE Precision Farming Committee PM-54/01 Workgroup, 5 pages* (1999)

- [99] Sanaei, A., Yule, I.J.; 1996: Yield Measurement Reliability on Combine Harvesters. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 96-1020, 1996, Phoenix, Arizona/USA., 13 pages* (1996)
- [100] Schön, H., Auernhammer, H., Bauer, R., Boxberger, J., Demmel, M., Estler, M., Gronauer, A., Haidn, B., Meyer, J., Pirkelmann, H., Strehler, A., Widmann, B.; 1998: *Landtechnik und Bauwesen, 9. Auflage*. BLV Verlagsgesellschaft München, 1998. – ISBN 3-405143-49-7
- [101] Schwenke, T.; 2001: *Experimentelle Untersuchungen von Kopp-lungsortungssystemen für GPS auf der Basis von Mikrowellensen-soren im landwirtschaftlichen Einsatz*, Technische Universität Mün-chen, Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnut-zung, Fachgebiet Technik im Pflanzenbau, Dissertation, 2001
- [102] Searcy, S.W., Schueller, J.K., Bae, Y.H., Borgelt, S.C., Stout, B.A.; 1989: Mapping of spatially variable yield during grain combining. In: *Transactions of the ASAE 32/3* (1989), S. 826–829
- [103] Shearer, S.A., Higgins, S.G., McNeill, S.G., Watkins, G.A., Barnhi-sel, R.I., Doyle, J.C., Leach, J.H., Fulton, J.P.; 1997: Data Filtering and Correction Techniques for Generating Yield Maps from Multiple-Combine Harvesting Systems. In: *ASAE Paper No. 971034. Annual International Meeting, Minneapolis Minnesota, August 10-14.* (1997)
- [104] Sky-farm Ltd.: *Forschungsbedarf für Precision Farming*. 2002. – ntL GmbH, Krausenstr. 46 - 50, D-30171 Hannover, Bericht von einem Seminar mit Precision Farming anwendenden Landwirten zur Bestim-mung des Forschungsbedarfs. Direktorat der Europäischen Forschungs-kommission. Begleitende Massnahmen - fünfter Rahmenplan
- [105] Snyder, J.P., Bugayevskiy, L.M.; 1987: *Map Projections. A Working Manual*. U. S. Geological Survey Professional Paper 1395. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1987. – ISBN 0-7484-0304-3
- [106] Stafford, J.V., Ambler, B., Bolam, H.C.; 1997: Cut Width Sensors to Improve the Accuracy of Yield Mapping Systems. In: *Precision Agriculture 1997, BIOS Scientific Publishers Ltd.* (1997), S. 519–527
- [107] Stafford, J.V., Ambler, B., Lark, R.M., Catt, J.; 1996: Mapping and interpreting the Yield Variation in cereal crops. In: *Computers and Electronics in Agriculture 14* (1996), S. 101–119

- [108] Stafford, J.V., Lark, R.M. , Bolam, H.C.; 1998: Using Yield Maps to Regionalize Fields into Potential Management Units. In: *P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson (eds.): Precision Agriculture. Proc. of the 4th Intern. Conf. on Precision Agriculture, 1998, St. Paul, MN/USA.* (1998), S. 225–237
- [109] Stein, M.A.; 1999: *Interpolation of Spatial Data.* Springer, 1999
- [110] Steinmayr, T.; 2002: *Fehleranalyse und Fehlerkorrektur bei der lokalen Ertragsermittlung im Mahdrescher zur Ableitung eines standardisierten Algorithmus für die Ertragskartierung,* Technische Universität München, Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung, Fachgebiet Technik im Pflanzenbau, Dissertation, 2002
- [111] Stoll, A., Breuninger, T.; 2004: Messverfahren zur Bestimmung der Fahrgenauigkeit GPS geführter Maschinen. In: *Landtechnik* 59 (2004), Nr. 3, S. 150–151
- [112] Stott, B.L., Borgelt, S.C. , Sudduth, K.A.; 1993: Yield Determination using an Instrumented Claas Combine. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 93-1507, 1993, Chicago, Illin./USA., 24 pages* (1993)
- [113] Swindell, J.E.G; 1997: Mapping the Spatial Variability in the Yield Potential of Arable Land Through GIS Analysis of sequential yield maps. In: *Precision Agriculture 1997, BIOS Scientific Publishers Ltd.* (1997), S. 827–834
- [114] Taylor, R.K., Kastens, D.L. , Kastens, T.L.: Creating Yield Maps from Yield Monitoring Data using Multi Purpose Grid Mapping (MPGM), P.C. Robert, 2000a
- [115] Taylor, R.K., Zhang, N., Schrock, M.D. , Schmidt, J.P.; 2000: Classification of Yield Monitor Data to Determine Yield Potential. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 00-1087, 2000, Milwaukee, Wisconsin/USA., 16 pages* (2000)
- [116] Thylen, L., Algerbo, P.A.: An Expert Filter Removing Erroneous Yielddata. In: *Proceedings of the Fifth International Conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Management. Bloomington/Minneapolis, MN. July 16 - 20., P.C. Robert, 2000, S. 0–0*



- [117] Thylen, L., Jurschik, P., Murphy, D.P.L.: *Improving the quality of Yielddata*. 1997, S. 742–750
- [118] Tits, M., Vervaeke, F., Vansichen, R., De Baerdemaker, J.; 1989: Grain Yield Maps and related Field Characteristics. In: *Land and Water Use, eds.: Dodd and Grace, Balkema, Rotterdam* (1989), S. 2791–2796
- [119] Weltzien, C., Noack, P.O., Persson, K.; 2003: GPS receiver accuracy test - dynamic and static for best comparison of results. In: *Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, 2003, Wageningen Academic Publishers, eds.: J Stafford and A. Werner* (2003), S. 717–722
- [120] Wheeler, P.N., Godwin, R.J., Watt, C.D., Blackmore, B.S.; 1997: Trailer Based Yield Mapping. In: *Precision Agriculture 1997, BIOS Scientific Publishers Ltd.* (1997), S. 751–758
- [121] Whelan, B.M., Mc Bratney, A.B.; 2002: A Parametric Transfer Function for Grain-Flow Within a Conventional Combine Harvester. In: *Precision Agriculture, 3, Kluwer Academic Publishers* (2002)
- [122] Whelan, B.M., McBratney, A.B., Minasny, B.; 2001: Vesper - Spatial Prediction Software for Precision Agriculture. In: *Proceedings of the Third European Conference on Precision Agriculture. Grenier, G., Blackmore, S. (eds). agro Montpellier 2001* (2001), S. 139–144
- [123] Wilson, J.N., Klassen, N.D.; 1991: Sensor need for Combine Harvesters. In: *An ASAE Meeting Presentation, Paper No. 91-3539, 1991, Chicago, Illin./USA., 11 pages* (1991)
- [124] Yang, C., Everitt, H.J., Bradford, J.M.; 2002: Optimum Time Lag Determination for Yield Monitoring Systems with Remotely Sensed Imagery. In: *Transactions of ASAE* 45 (2002), Nr. 6, S. 1737–1745
- [125] Zimmerman, D., Pavlik, C., Ruggles, A., Armstrong, M.P.; 1999: An Experimental Comparison of Ordinary and Universal Kriging and Inverse Distance Weighting. In: *Mathematical Geology* 31 (1999), Nr. 4, S. 375–390

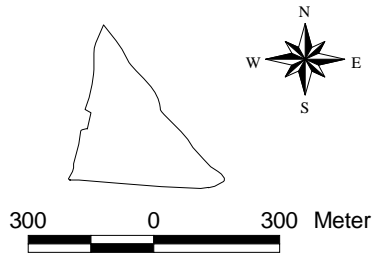
# Anhang

Erläuterungen zu den Tabellen 8.1 bis 8.16:

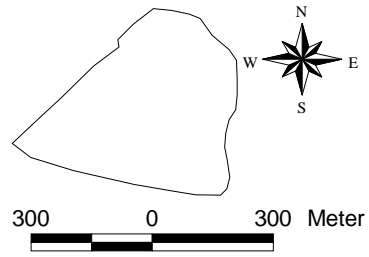
|             |  |
|-------------|--|
| <b>ZG</b>   | Zellgrösse   |
| <b>P</b>    | Wichtung   |
| <b>SR</b>   | Suchradius   |
| <b>MIN</b>  | minimaler Rasterertrag                                     |
| <b>MAX</b>  | maximaler Rasterertrag                                     |
| <b>M</b>    | mittlerer Rasterertrag                                     |
| <b>STD</b>  | Standardabweichung der Rastererträge                       |
| <b>MiST</b> | minimale Standardabweichung im Suchradius der Rasterzellen |
| <b>MaST</b> | maximale Standardabweichung im Suchradius der Rasterzellen |

Erläuterungen zu den Tabellen 8.17 bis 8.24 :

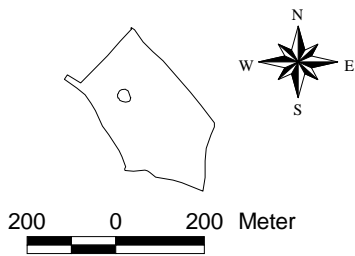
|              |  |
|--------------|--|
| <b>ZG</b>    | Zellgrösse   |
| <b>P</b>     | Wichtung   |
| <b>SR</b>    | Suchradius   |
| <b>MIN</b>   | minimaler Rasterertrag   |
| <b>MAX</b>   | maximaler Rasterertrag   |
| <b>CYRoh</b> | Korrelation zwischen ortsgleichen Rastern der Rohdaten   |
| <b>CYFil</b> | Korrelation zwischen ortsgleichen Rastern der gefilterten Daten                                  |
| <b>MDRoh</b> | mittlere Differenz der Rastererträge der Rohdaten  |
| <b>MDFil</b> | mittlere Differenz der Rastererträge der gefilterten Daten                                       |
| <b>SDRoh</b> | mittlere Standardabweichung der Differenzen<br>zwischen den Rastererträgen der Rohdaten          |
| <b>SDFil</b> | mittlere Standardabweichung der Differenzen<br>zwischen den Rastererträgen der gefilterten Daten |



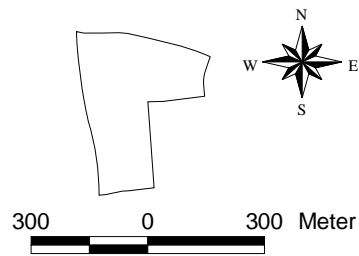
(a) Seminar



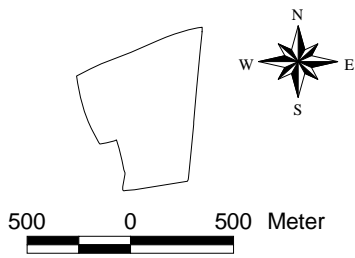
(b) Allee



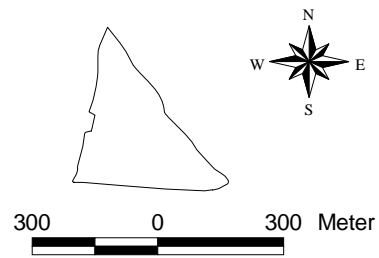
(c) Bahndamm



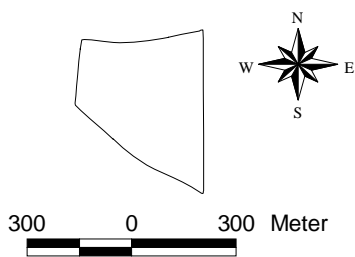
(d) Prielhof



(e) Schlag 1



(f) Seminar



(g) Wittenfeld

Abbildung 8.1: Erfassung von Ertragsdaten mit zwei Ertragsmesssystemen auf einem Mähdrescher; Darstellung der Schlaggrenzen

Tabelle 8.1: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2001); Ertragsmonitor : Agleader

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |      |     |     |      |      | Gefilterte Daten |      |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|------|-----|-----|------|------|------------------|------|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX  | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max  | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 1379 | 1,2      | 11,6 | 8,1 | 1,4 | 0,1  | 20,4 | 2,7              | 11,3 | 8,3 | 1   | 0,1  | 3,8  |
| 5  | 7,5  | 0  | 1885 | 0,5      | 11,4 | 7,7 | 1,7 | 0,2  | 13,6 | 2,3              | 10,8 | 8,2 | 1   | 0,1  | 4,6  |
| 5  | 10   | 0  | 2222 | 0,2      | 10,5 | 7,4 | 1,9 | 0,3  | 11,2 | 1,6              | 10,4 | 8   | 1,1 | 0,1  | 3,8  |
| 5  | 5    | 1  | 1379 | 0,5      | 11,7 | 8,1 | 1,4 | 0,1  | 20,4 | 2,1              | 11,5 | 8,3 | 1   | 0,1  | 3,8  |
| 5  | 7,5  | 1  | 1885 | 0,3      | 11,3 | 7,7 | 1,8 | 0,2  | 13,6 | 2,2              | 11   | 8,1 | 1,1 | 0,1  | 4,6  |
| 5  | 10   | 1  | 2222 | 0,1      | 10,7 | 7,4 | 2   | 0,3  | 11,2 | 1,6              | 10,7 | 8   | 1,1 | 0,1  | 3,8  |
| 5  | 5    | 2  | 1379 | 0,1      | 11,9 | 8,1 | 1,5 | 0,1  | 20,4 | 1,6              | 11,6 | 8,3 | 1,1 | 0,1  | 3,8  |
| 5  | 7,5  | 2  | 1885 | 0,1      | 11,7 | 7,7 | 2   | 0,2  | 13,6 | 0,7              | 11,3 | 8,1 | 1,2 | 0,1  | 4,6  |
| 5  | 10   | 2  | 2222 | 0        | 11,7 | 7,4 | 2,2 | 0,3  | 11,2 | 0,8              | 11,2 | 8   | 1,2 | 0,1  | 3,8  |
| 10 | 10   | 0  | 547  | 0,7      | 10,5 | 7,5 | 1,9 | 0,3  | 10,9 | 1,2              | 10,3 | 8   | 1,1 | 0,2  | 3,7  |
| 10 | 15   | 0  | 650  | 1,3      | 9,9  | 7,2 | 1,9 | 0,4  | 9,1  | 1,4              | 9,9  | 8   | 1   | 0,1  | 3,3  |
| 10 | 20   | 0  | 723  | 1,7      | 9,7  | 7   | 1,8 | 0,4  | 11,1 | 2,5              | 9,7  | 7,9 | 1   | 0,1  | 3,2  |
| 10 | 10   | 1  | 547  | 0,5      | 10,4 | 7,5 | 1,9 | 0,3  | 10,9 | 1,2              | 10,3 | 8   | 1,1 | 0,2  | 3,7  |
| 10 | 15   | 1  | 650  | 0,9      | 10   | 7,2 | 2   | 0,4  | 9,1  | 1,4              | 10,1 | 7,9 | 1,1 | 0,1  | 3,3  |
| 10 | 20   | 1  | 723  | 1,5      | 9,8  | 7   | 1,9 | 0,4  | 11,1 | 2,3              | 9,8  | 7,9 | 1   | 0,1  | 3,2  |
| 10 | 10   | 2  | 547  | 0,2      | 10,6 | 7,5 | 2,1 | 0,3  | 10,9 | 1,2              | 10,5 | 8   | 1,2 | 0,2  | 3,7  |
| 10 | 15   | 2  | 650  | 0,1      | 10,6 | 7,2 | 2,2 | 0,4  | 9,1  | 1,3              | 10,5 | 7,9 | 1,2 | 0,1  | 3,3  |
| 10 | 20   | 2  | 723  | 0,1      | 10,5 | 7,1 | 2,2 | 0,4  | 11,1 | 2                | 10,4 | 7,9 | 1,2 | 0,1  | 3,2  |
| 15 | 15   | 0  | 289  | 1,1      | 9,9  | 7,2 | 1,9 | 0,4  | 10,2 | 2,7              | 9,9  | 8   | 1,1 | 0,2  | 2,6  |
| 15 | 22,5 | 0  | 334  | 2,3      | 9,7  | 7   | 1,8 | 0,6  | 7,1  | 4,6              | 9,6  | 7,9 | 1   | 0,2  | 3,5  |
| 15 | 30   | 0  | 383  | 2,2      | 9,2  | 6,8 | 1,7 | 0,4  | 7,9  | 4,1              | 9,3  | 7,9 | 0,9 | 0,2  | 3    |
| 15 | 15   | 1  | 289  | 0,9      | 10,1 | 7,2 | 1,9 | 0,4  | 10,2 | 2,7              | 9,9  | 7,9 | 1,1 | 0,2  | 2,6  |
| 15 | 22,5 | 1  | 334  | 2        | 9,7  | 7   | 1,9 | 0,6  | 7,1  | 3,8              | 9,7  | 7,9 | 1   | 0,2  | 3,5  |
| 15 | 30   | 1  | 383  | 2,1      | 9,4  | 6,8 | 1,8 | 0,4  | 7,9  | 4,1              | 9,5  | 7,8 | 1   | 0,2  | 3    |
| 15 | 15   | 2  | 289  | 0,5      | 10,3 | 7,2 | 2,2 | 0,4  | 10,2 | 2,6              | 10,1 | 7,9 | 1,2 | 0,2  | 2,6  |
| 15 | 22,5 | 2  | 334  | 0,8      | 10,2 | 6,9 | 2,2 | 0,6  | 7,1  | 2,6              | 10   | 7,8 | 1,2 | 0,2  | 3,5  |
| 15 | 30   | 2  | 383  | 0,9      | 10,1 | 6,8 | 2,1 | 0,4  | 7,9  | 3,6              | 9,9  | 7,7 | 1,2 | 0,2  | 3    |
| 20 | 20   | 0  | 185  | 1,7      | 9,6  | 7   | 1,8 | 0,4  | 8,1  | 3,7              | 9,6  | 7,9 | 1   | 0,4  | 3    |
| 20 | 30   | 0  | 212  | 2,6      | 9,2  | 6,8 | 1,7 | 0,5  | 6,3  | 4,6              | 9,2  | 7,9 | 0,9 | 0,1  | 3,5  |
| 20 | 40   | 0  | 241  | 2,6      | 9,1  | 6,8 | 1,6 | 0,7  | 6,6  | 4,7              | 9,2  | 7,9 | 0,8 | 0,4  | 3    |
| 20 | 20   | 1  | 185  | 2        | 10   | 7   | 1,9 | 0,4  | 8,1  | 3,5              | 10,1 | 7,8 | 1,1 | 0,4  | 3    |
| 20 | 30   | 1  | 212  | 2,7      | 9,6  | 6,8 | 1,8 | 0,5  | 6,3  | 4,6              | 9,6  | 7,8 | 1   | 0,1  | 3,5  |
| 20 | 40   | 1  | 241  | 2,6      | 9,1  | 6,7 | 1,7 | 0,7  | 6,6  | 4,7              | 9,5  | 7,8 | 0,9 | 0,4  | 3    |
| 20 | 20   | 2  | 185  | 0,1      | 11,2 | 7   | 2,2 | 0,4  | 8,1  | 2,3              | 11,2 | 7,8 | 1,3 | 0,4  | 3    |
| 20 | 30   | 2  | 212  | 0,1      | 10,7 | 6,8 | 2,1 | 0,5  | 6,3  | 2,8              | 11   | 7,8 | 1,2 | 0,1  | 3,5  |
| 20 | 40   | 2  | 241  | 0,1      | 10,4 | 6,7 | 2,1 | 0,7  | 6,6  | 3,2              | 10,9 | 7,7 | 1,2 | 0,4  | 3    |
| 25 | 25   | 0  | 125  | 2,4      | 9,5  | 6,9 | 1,8 | 0,6  | 6,8  | 4,4              | 9,3  | 7,9 | 1   | 0,3  | 2,9  |
| 25 | 37,5 | 0  | 152  | 2,7      | 9,2  | 6,7 | 1,6 | 0,3  | 8,1  | 4,1              | 9,2  | 7,8 | 0,9 | 0,3  | 3,1  |
| 25 | 50   | 0  | 176  | 2,8      | 9    | 6,7 | 1,5 | 0,7  | 5,8  | 4,8              | 9,2  | 7,9 | 0,8 | 0,4  | 3,5  |
| 25 | 25   | 1  | 125  | 2,3      | 9,9  | 6,9 | 1,8 | 0,6  | 6,8  | 4,3              | 9,9  | 7,8 | 1,1 | 0,3  | 2,9  |
| 25 | 37,5 | 1  | 152  | 2,8      | 9,7  | 6,7 | 1,7 | 0,3  | 8,1  | 3,9              | 9,7  | 7,8 | 1   | 0,3  | 3,1  |
| 25 | 50   | 1  | 176  | 2,7      | 9,4  | 6,6 | 1,6 | 0,7  | 5,8  | 4,9              | 9,5  | 7,8 | 0,9 | 0,4  | 3,5  |
| 25 | 25   | 2  | 125  | 1        | 10,3 | 6,9 | 2,1 | 0,6  | 6,8  | 3,2              | 10,3 | 7,7 | 1,3 | 0,3  | 2,9  |
| 25 | 37,5 | 2  | 152  | 1,2      | 10,3 | 6,7 | 2   | 0,3  | 8,1  | 3,5              | 10,3 | 7,6 | 1,3 | 0,3  | 3,1  |
| 25 | 50   | 2  | 176  | 1,3      | 10,3 | 6,6 | 2   | 0,7  | 5,8  | 3,6              | 10,3 | 7,6 | 1,2 | 0,4  | 3,5  |
| 30 | 30   | 0  | 97   | 2,9      | 9,1  | 6,9 | 1,6 | 0,7  | 6,5  | 5,6              | 9,2  | 7,9 | 0,9 | 0,1  | 2,7  |
| 30 | 45   | 0  | 111  | 2,7      | 9,1  | 6,8 | 1,5 | 0,7  | 6,1  | 5,5              | 9,1  | 7,9 | 0,8 | 0,4  | 2,7  |
| 30 | 60   | 0  | 137  | 3        | 8,9  | 6,6 | 1,4 | 0,8  | 5,6  | 4,8              | 9,1  | 7,9 | 0,8 | 0,4  | 3,5  |
| 30 | 30   | 1  | 97   | 2,7      | 9,4  | 6,8 | 1,8 | 0,7  | 6,5  | 5,6              | 9,4  | 7,8 | 0,9 | 0,1  | 2,7  |
| 30 | 45   | 1  | 111  | 2,8      | 9    | 6,7 | 1,7 | 0,7  | 6,1  | 5,5              | 9,1  | 7,9 | 0,8 | 0,4  | 2,7  |
| 30 | 60   | 1  | 137  | 2,9      | 8,8  | 6,5 | 1,6 | 0,8  | 5,6  | 4,9              | 9,1  | 7,8 | 0,9 | 0,4  | 3,5  |
| 30 | 30   | 2  | 97   | 0,2      | 9,7  | 6,7 | 2,3 | 0,7  | 6,5  | 3,8              | 9,6  | 7,7 | 1,2 | 0,1  | 2,7  |
| 30 | 45   | 2  | 111  | 0,2      | 9,3  | 6,6 | 2,1 | 0,7  | 6,1  | 4,1              | 9,6  | 7,8 | 1,1 | 0,4  | 2,7  |
| 30 | 60   | 2  | 137  | 0,2      | 9,1  | 6,4 | 2   | 0,8  | 5,6  | 4,2              | 9,5  | 7,7 | 1   | 0,4  | 3,5  |
| 35 | 35   | 0  | 71   | 2,7      | 9    | 7   | 1,6 | 0,7  | 10   | 5,7              | 9,1  | 8   | 0,8 | 0,4  | 2,7  |
| 35 | 52,5 | 0  | 92   | 2,8      | 9    | 6,6 | 1,5 | 0,7  | 5,6  | 4,8              | 8,9  | 7,8 | 0,9 | 0,4  | 3,5  |
| 35 | 70   | 0  | 109  | 3,6      | 8,9  | 6,7 | 1,3 | 0,8  | 6,5  | 5,6              | 9,1  | 7,9 | 0,7 | 0,4  | 2,6  |
| 35 | 35   | 1  | 71   | 2,6      | 9,5  | 7   | 1,7 | 0,7  | 10   | 5,7              | 9,3  | 7,9 | 0,9 | 0,4  | 2,7  |
| 35 | 52,5 | 1  | 92   | 2,8      | 9,1  | 6,6 | 1,6 | 0,7  | 5,6  | 4,9              | 9    | 7,8 | 0,9 | 0,4  | 3,5  |
| 35 | 70   | 1  | 109  | 3,6      | 8,8  | 6,6 | 1,5 | 0,8  | 6,5  | 5,7              | 9,1  | 7,8 | 0,8 | 0,4  | 2,6  |
| 35 | 35   | 2  | 71   | 1,8      | 11,5 | 7   | 2   | 0,7  | 10   | 4                | 9,8  | 7,8 | 1,2 | 0,4  | 2,7  |
| 35 | 52,5 | 2  | 92   | 2,2      | 11,4 | 6,6 | 2   | 0,7  | 5,6  | 4,4              | 9,7  | 7,6 | 1,1 | 0,4  | 3,5  |
| 35 | 70   | 2  | 109  | 2,4      | 11,4 | 6,5 | 1,9 | 0,8  | 6,5  | 4,4              | 9,6  | 7,7 | 1   | 0,4  | 2,6  |
| 40 | 40   | 0  | 60   | 3,2      | 9,1  | 6,7 | 1,6 | 0,7  | 6,1  | 6,1              | 9    | 7,9 | 0,8 | 0,4  | 3,2  |
| 40 | 60   | 0  | 77   | 3        | 8,7  | 6,7 | 1,4 | 0,5  | 5,4  | 5,4              | 9    | 7,9 | 0,7 | 0,2  | 2,5  |
| 40 | 80   | 0  | 93   | 3,1      | 8,8  | 6,6 | 1,3 | 0,8  | 5,3  | 5,3              | 8,9  | 7,9 | 0,7 | 0,5  | 2,8  |
| 40 | 40   | 1  | 60   | 3,2      | 8,9  | 6,7 | 1,7 | 0,7  | 6,1  | 6                | 9,1  | 7,8 | 0,9 | 0,4  | 3,2  |
| 40 | 60   | 1  | 77   | 3,1      | 8,7  | 6,6 | 1,5 | 0,5  | 5,4  | 5,5              | 9    | 7,8 | 0,8 | 0,2  | 2,5  |
| 40 | 80   | 1  | 93   | 3,2      | 8,8  | 6,5 | 1,4 | 0,8  | 5,3  | 5,3              | 8,9  | 7,8 | 0,7 | 0,5  | 2,8  |
| 40 | 40   | 2  | 60   | 0,8      | 9,2  | 6,7 | 2,2 | 0,7  | 6,1  | 3,6              | 9,4  | 7,6 | 1,2 | 0,4  | 3,2  |
| 40 | 60   | 2  | 77   | 0,9      | 9,1  | 6,5 | 2   | 0,5  | 5,4  | 3,7              | 9,3  | 7,7 | 1   | 0,2  | 2,5  |
| 40 | 80   | 2  | 93   | 0,9      | 9,1  | 6,4 | 1,9 | 0,8  | 5,3  | 3,8              | 9,3  | 7,7 | 0,9 | 0,5  | 2,8  |
| 45 | 45   | 0  | 51   | 2,7      | 8,8  | 6,7 | 1,6 | 0,7  | 5,5  | 5,6              | 8,9  | 7,8 | 0,8 | 0,5  | 2,6  |
| 45 | 67,5 | 0  | 70   | 3,5      | 9,1  | 6,6 | 1,3 | 0,8  | 5,4  | 5,1              | 9,1  | 7,8 | 0,8 | 0,5  | 3,2  |
| 45 | 90   | 0  | 78   | 3,5      | 8,8  | 6,5 | 1,2 | 0,8  | 5,3  | 5,7              | 8,8  | 7,9 | 0,6 | 0,5  | 2,9  |
| 45 | 45   | 1  | 51   | 2,6      | 8,9  | 6,6 | 1,7 | 0,7  | 5,5  | 5,4              | 9    | 7,8 | 0,9 | 0,5  | 2,6  |
| 45 | 67,5 | 1  | 70   | 3,5      | 9    | 6,6 | 1,5 | 0,8  | 5,4  | 5,1              | 9,1  | 7,8 | 0,8 | 0,5  | 3,2  |
| 45 | 90   | 1  | 78   | 3,4      | 8,8  | 6,5 | 1,3 | 0,8  | 5,3  | 5,7              | 8,8  | 7,8 | 0,7 | 0,5  | 2,9  |
| 45 | 45   | 2  | 51   | 1,6      | 9,2  | 6,5 | 2,1 | 0,7  | 5,5  | 4,5              | 9,5  | 7,6 | 1,2 | 0,5  | 2,6  |
| 45 | 67,5 | 2  | 70   | 1,8      | 9,2  | 6,4 | 1,9 | 0,8  | 5,4  | 4,6              | 9,4  | 7,7 | 1   | 0,5  | 3,2  |
| 45 | 90   | 2  | 78   | 1,9      | 9,1  | 6,3 | 1,7 | 0,8  | 5,3  | 4,7              | 9,4  | 7,7 | 0,9 | 0,5  | 2,9  |
| 50 | 50   | 0  | 43   | 3,5      | 8,7  | 6,7 | 1,5 | 0,8  | 6,8  | 5,6              | 8,9  | 7,9 | 0,8 | 0,4  | 2,2  |
| 50 | 75   | 0  | 58   | 3,5      | 9    | 6,6 | 1,3 | 0,8  | 5,6  | 5,7              | 9    | 7,9 | 0,7 | 0,5  | 2,4  |
| 50 | 100  | 0  | 65   | 3,4      | 8,7  | 6,6 | 1,1 | 0,8  | 5,5  | 6,4              | 8,7  | 7,9 | 0,6 | 0,6  | 2,3  |
| 50 | 50   | 1  | 43   | 3,3      | 8,7  | 6,7 | 1,6 | 0,8  | 6,8  | 5,5              | 8,8  | 7,9 | 0,9 | 0,4  | 2,2  |
| 50 | 75   | 1  | 58   | 3,5      | 8,9  | 6,5 | 1,4 | 0,8  | 5,6  | 5,7              | 9    | 7,8 | 0,7 | 0,5  | 2,4  |
| 50 | 100  | 1  | 65   | 3,4      | 8,7  | 6,5 | 1,2 | 0,8  | 5,5  | 6,3              | 8,7  | 7,9 | 0,6 | 0,6  | 2,3  |
| 50 | 50   | 2  | 43   | 1,7      | 9,4  | 6,7 | 1,9 | 0,8  | 6,8  | 5,4              | 9,4  | 7,8 | 1,1 | 0,4  | 2,2  |
| 50 | 75   | 2  | 58   | 1,9      | 9,4  | 6,5 | 1,8 | 0,8  | 5,6  | 5,7              | 9,4  | 7,8 | 0,9 | 0,5  | 2,4  |
| 50 | 100  | 2  | 65   | 2        | 9,4  | 6,4 | 1,6 | 0,8  | 5,5  | 5,7              | 9,4  | 7,8 | 0,8 | 0,6  | 2,3  |

Tabelle 8.2: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2001); Ertragsmonitor : Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |     |     |     |      |      | Gefilterte Daten |     |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|-----|-----|-----|------|------|------------------|-----|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 1379 | 4,7      | 9,1 | 7,8 | 0,6 | 0    | 2,2  | 4,7              | 9,1 | 7,8 | 0,6 | 0    | 2,1  |
| 5  | 7,5  | 0  | 1885 | 4,2      | 9   | 7,6 | 0,8 | 0    | 2,1  | 4,6              | 9   | 7,7 | 0,7 | 0    | 1,6  |
| 5  | 10   | 0  | 2222 | 4,2      | 8,8 | 7,4 | 0,9 | 0    | 2,1  | 4,6              | 8,9 | 7,6 | 0,8 | 0    | 1,9  |
| 5  | 5    | 1  | 1379 | 4,8      | 9,1 | 7,8 | 0,7 | 0    | 2,2  | 4,8              | 9,1 | 7,8 | 0,6 | 0    | 2,1  |
| 5  | 7,5  | 1  | 1885 | 4        | 9   | 7,6 | 0,8 | 0    | 2,1  | 4,3              | 9   | 7,7 | 0,7 | 0    | 1,6  |
| 5  | 10   | 1  | 2222 | 3,7      | 8,9 | 7,4 | 1   | 0    | 2,1  | 4,4              | 9   | 7,6 | 0,8 | 0    | 1,9  |
| 5  | 5    | 2  | 1379 | 4,5      | 9,1 | 7,8 | 0,7 | 0    | 2,2  | 4,8              | 9,1 | 7,8 | 0,6 | 0    | 2,1  |
| 5  | 7,5  | 2  | 1885 | 3,9      | 9,1 | 7,6 | 0,9 | 0    | 2,1  | 4,1              | 9,1 | 7,7 | 0,7 | 0    | 1,6  |
| 5  | 10   | 2  | 2222 | 3,2      | 9,1 | 7,4 | 1   | 0    | 2,1  | 4,1              | 9,1 | 7,6 | 0,8 | 0    | 1,9  |
| 10 | 10   | 0  | 547  | 4,1      | 9   | 7,5 | 0,9 | 0    | 2,1  | 4,7              | 9   | 7,6 | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 10 | 15   | 0  | 650  | 4,5      | 8,7 | 7,3 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 4,7              | 8,7 | 7,5 | 0,8 | 0    | 1,9  |
| 10 | 20   | 0  | 723  | 4,6      | 8,7 | 7,3 | 0,9 | 0,1  | 1,8  | 4,4              | 8,7 | 7,4 | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 10 | 10   | 1  | 547  | 4        | 9   | 7,5 | 0,9 | 0    | 2,1  | 4,6              | 9   | 7,6 | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 10 | 15   | 1  | 650  | 4,3      | 8,7 | 7,3 | 1   | 0,1  | 1,9  | 4,6              | 8,7 | 7,5 | 0,8 | 0    | 1,9  |
| 10 | 20   | 1  | 723  | 4,6      | 8,7 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,8  | 4,4              | 8,7 | 7,4 | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 10 | 10   | 2  | 547  | 3,7      | 9   | 7,5 | 1   | 0    | 2,1  | 4,5              | 9   | 7,6 | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 10 | 15   | 2  | 650  | 3,7      | 8,8 | 7,3 | 1,1 | 0,1  | 1,9  | 4,1              | 8,8 | 7,5 | 0,9 | 0    | 1,9  |
| 10 | 20   | 2  | 723  | 3,7      | 8,8 | 7,2 | 1   | 0,1  | 1,8  | 4,2              | 8,8 | 7,4 | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 15 | 15   | 0  | 289  | 4,7      | 8,7 | 7,3 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 4,9              | 8,7 | 7,5 | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 15 | 22,5 | 0  | 334  | 5        | 8,6 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,8  | 4,4              | 8,6 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,6  |
| 15 | 30   | 0  | 383  | 4,4      | 8,5 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 4,8              | 8,5 | 7,4 | 0,7 | 0    | 1,7  |
| 15 | 15   | 1  | 289  | 3,9      | 8,7 | 7,3 | 1   | 0,1  | 1,9  | 4,8              | 8,7 | 7,5 | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 15 | 22,5 | 1  | 334  | 4,7      | 8,7 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,8  | 4,4              | 8,7 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,6  |
| 15 | 30   | 1  | 383  | 4,4      | 8,6 | 7,1 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 4,8              | 8,6 | 7,4 | 0,8 | 0    | 1,7  |
| 15 | 15   | 2  | 289  | 3,2      | 8,9 | 7,3 | 1,1 | 0,1  | 1,9  | 4,7              | 8,9 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 15 | 22,5 | 2  | 334  | 3,3      | 8,9 | 7,2 | 1   | 0,1  | 1,8  | 4,4              | 8,9 | 7,4 | 0,9 | 0,1  | 1,6  |
| 15 | 30   | 2  | 383  | 3,3      | 8,8 | 7,1 | 1,1 | 0,1  | 1,9  | 4,8              | 8,8 | 7,3 | 0,8 | 0    | 1,7  |
| 20 | 20   | 0  | 185  | 4,4      | 8,7 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 4,8              | 8,7 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,9  |
| 20 | 30   | 0  | 212  | 4,8      | 8,5 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,7  | 5,2              | 8,5 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,4  |
| 20 | 40   | 0  | 241  | 5,1      | 8,3 | 7,2 | 0,8 | 0,1  | 1,9  | 4,6              | 8,4 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,4  |
| 20 | 20   | 1  | 185  | 4,4      | 8,7 | 7,2 | 1   | 0,1  | 1,9  | 4,8              | 8,7 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,9  |
| 20 | 30   | 1  | 212  | 4,8      | 8,6 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,7  | 5,1              | 8,6 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,4  |
| 20 | 40   | 1  | 241  | 5,1      | 8,5 | 7,1 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 4,6              | 8,6 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,4  |
| 20 | 20   | 2  | 185  | 4,3      | 9   | 7,2 | 1,1 | 0,1  | 1,9  | 4,8              | 9   | 7,4 | 0,9 | 0,1  | 1,9  |
| 20 | 30   | 2  | 212  | 4,4      | 9   | 7,1 | 1   | 0,1  | 1,7  | 5,1              | 9   | 7,3 | 0,9 | 0,1  | 1,4  |
| 20 | 40   | 2  | 241  | 4,5      | 9   | 7,1 | 1   | 0,1  | 1,9  | 4,6              | 9   | 7,3 | 0,9 | 0,1  | 1,4  |
| 25 | 25   | 0  | 125  | 5,1      | 8,5 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 4,9              | 8,5 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,4  |
| 25 | 37,5 | 0  | 152  | 4,6      | 8,4 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,7  | 4,9              | 8,4 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 50   | 0  | 176  | 5        | 8,3 | 7,1 | 0,8 | 0,2  | 1,9  | 5,2              | 8,3 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 25   | 1  | 125  | 4,6      | 8,6 | 7,2 | 1   | 0,1  | 1,9  | 4,9              | 8,6 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,4  |
| 25 | 37,5 | 1  | 152  | 4,6      | 8,5 | 7,1 | 0,9 | 0,1  | 1,7  | 4,9              | 8,5 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 50   | 1  | 176  | 5        | 8,3 | 7,1 | 0,8 | 0,2  | 1,9  | 5,1              | 8,4 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 25   | 2  | 125  | 4        | 8,8 | 7,2 | 1,1 | 0,1  | 1,9  | 4,8              | 8,8 | 7,4 | 0,9 | 0,1  | 1,4  |
| 25 | 37,5 | 2  | 152  | 4,1      | 8,7 | 7,1 | 1,1 | 0,1  | 1,7  | 4,9              | 8,8 | 7,3 | 0,8 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 50   | 2  | 176  | 4,1      | 8,7 | 7   | 1   | 0,2  | 1,9  | 5,1              | 8,7 | 7,3 | 0,8 | 0,1  | 1,3  |
| 30 | 30   | 0  | 97   | 5,1      | 8,4 | 7,2 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 5,2              | 8,4 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 45   | 0  | 111  | 5,2      | 8,3 | 7,2 | 0,8 | 0,2  | 1,8  | 5,5              | 8,3 | 7,4 | 0,6 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 60   | 0  | 137  | 5,2      | 8,2 | 7,1 | 0,7 | 0,1  | 1,8  | 4,6              | 8,2 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,4  |
| 30 | 30   | 1  | 97   | 5        | 8,4 | 7,1 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 5,2              | 8,5 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 45   | 1  | 111  | 5,2      | 8,4 | 7,1 | 0,8 | 0,2  | 1,8  | 5,5              | 8,4 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 60   | 1  | 137  | 5,2      | 8,3 | 7,1 | 0,8 | 0,1  | 1,8  | 4,6              | 8,3 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,4  |
| 30 | 30   | 2  | 97   | 4,4      | 8,7 | 7,1 | 1   | 0,1  | 1,9  | 5,2              | 8,6 | 7,3 | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 45   | 2  | 111  | 4,8      | 8,6 | 7,1 | 1   | 0,2  | 1,8  | 5,4              | 8,5 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 60   | 2  | 137  | 5        | 8,6 | 7   | 0,9 | 0,1  | 1,8  | 4,6              | 8,5 | 7,3 | 0,7 | 0,1  | 1,4  |
| 35 | 35   | 0  | 71   | 5,2      | 8,3 | 7,3 | 0,8 | 0,1  | 1,6  | 5,7              | 8,3 | 7,5 | 0,6 | 0,1  | 1,3  |
| 35 | 52,5 | 0  | 92   | 5,2      | 8,2 | 7,1 | 0,8 | 0,2  | 1,7  | 4,8              | 8,2 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,2  |
| 35 | 70   | 0  | 109  | 5,4      | 8,2 | 7,2 | 0,7 | 0,1  | 1,9  | 5,1              | 8,3 | 7,4 | 0,6 | 0,1  | 1,3  |
| 35 | 35   | 1  | 71   | 5,1      | 8,4 | 7,2 | 0,8 | 0,1  | 1,6  | 5,6              | 8,4 | 7,5 | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 35 | 52,5 | 1  | 92   | 5,2      | 8,3 | 7,1 | 0,8 | 0,2  | 1,7  | 4,8              | 8,3 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,2  |
| 35 | 70   | 1  | 109  | 5,3      | 8,2 | 7,1 | 0,8 | 0,1  | 1,9  | 5                | 8,3 | 7,4 | 0,6 | 0,1  | 1,3  |
| 35 | 35   | 2  | 71   | 4,9      | 8,5 | 7,2 | 1   | 0,1  | 1,6  | 5,2              | 8,5 | 7,4 | 0,8 | 0,1  | 1,3  |
| 35 | 52,5 | 2  | 92   | 5,1      | 8,5 | 7   | 1   | 0,2  | 1,7  | 4,7              | 8,5 | 7,3 | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 35 | 70   | 2  | 109  | 5,2      | 8,5 | 7   | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 5                | 8,5 | 7,3 | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 40 | 40   | 0  | 60   | 5,3      | 8,2 | 7,2 | 0,8 | 0,2  | 1,6  | 5,3              | 8,3 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 0  | 77   | 5,2      | 8,2 | 7,2 | 0,7 | 0,2  | 1,9  | 5,1              | 8,2 | 7,4 | 0,7 | 0,2  | 1,4  |
| 40 | 80   | 0  | 93   | 5,4      | 8,1 | 7,1 | 0,7 | 0,2  | 1,4  | 5,5              | 8,2 | 7,4 | 0,6 | 0,2  | 1,2  |
| 40 | 40   | 1  | 60   | 5,2      | 8,3 | 7,1 | 0,9 | 0,2  | 1,6  | 5,3              | 8,3 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 1  | 77   | 5,2      | 8,2 | 7,1 | 0,8 | 0,2  | 1,9  | 5,1              | 8,3 | 7,4 | 0,7 | 0,2  | 1,4  |
| 40 | 80   | 1  | 93   | 5,4      | 8,1 | 7,1 | 0,7 | 0,2  | 1,4  | 5,5              | 8,2 | 7,4 | 0,6 | 0,2  | 1,2  |
| 40 | 40   | 2  | 60   | 5,1      | 8,5 | 7,1 | 1   | 0,2  | 1,6  | 5,3              | 8,6 | 7,3 | 0,8 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 2  | 77   | 5,2      | 8,5 | 7   | 0,9 | 0,2  | 1,9  | 5,1              | 8,5 | 7,3 | 0,8 | 0,2  | 1,4  |
| 40 | 80   | 2  | 93   | 5,4      | 8,4 | 7   | 0,9 | 0,2  | 1,4  | 5,5              | 8,5 | 7,3 | 0,7 | 0,2  | 1,2  |
| 45 | 45   | 0  | 51   | 5,2      | 8,2 | 7,1 | 0,8 | 0,2  | 1,9  | 5,4              | 8,3 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 67,5 | 0  | 70   | 5,2      | 8,1 | 7,1 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 5,8              | 8,2 | 7,4 | 0,6 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 90   | 0  | 78   | 5,1      | 8,1 | 7,1 | 0,7 | 0,4  | 1,7  | 5,6              | 8,2 | 7,5 | 0,6 | 0,1  | 1,4  |
| 45 | 45   | 1  | 51   | 5,2      | 8,4 | 7   | 0,9 | 0,2  | 1,9  | 5,4              | 8,4 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 67,5 | 1  | 70   | 5,2      | 8,2 | 7   | 0,8 | 0,1  | 1,5  | 5,8              | 8,3 | 7,3 | 0,6 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 90   | 1  | 78   | 5,1      | 8,1 | 7,1 | 0,7 | 0,4  | 1,7  | 5,6              | 8,2 | 7,4 | 0,6 | 0,1  | 1,4  |
| 45 | 45   | 2  | 51   | 3,9      | 8,6 | 6,9 | 1,1 | 0,2  | 1,9  | 5,3              | 8,6 | 7,3 | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 67,5 | 2  | 70   | 4        | 8,6 | 6,9 | 0,9 | 0,1  | 1,5  | 5,8              | 8,6 | 7,3 | 0,7 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 90   | 2  | 78   | 4,1      | 8,5 | 6,9 | 0,9 | 0,4  | 1,7  | 5,6              | 8,6 | 7,3 | 0,7 | 0,1  | 1,4  |
| 50 | 50   | 0  | 43   | 5,2      | 8,2 | 7,1 | 0,8 | 0,3  | 1,6  | 5,5              | 8,2 | 7,4 | 0,6 | 0,1  | 1,3  |
| 50 | 75   | 0  | 58   | 5,4      | 8   | 7,1 | 0,7 | 0,5  | 1,6  | 5,8              | 8,1 | 7,4 | 0,6 | 0,4  | 1,2  |
| 50 | 100  | 0  | 65   | 5,6      | 8,1 | 7,2 | 0,6 | 0,5  | 1,9  | 5,8              | 8,2 | 7,5 | 0,5 | 0,3  | 1,3  |
| 50 | 50   | 1  | 43   | 5,2      | 8,2 | 7,1 | 0,8 | 0,3  | 1,6  | 5,4              | 8,2 | 7,4 | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 50 | 75   | 1  | 58   | 5,4      | 8,1 | 7,1 | 0,7 | 0,5  | 1,6  | 5,9              | 8,1 | 7,4 | 0,6 | 0,4  | 1,2  |
| 50 | 100  | 1  | 65   | 5,6      | 8,1 | 7,1 | 0,7 | 0,5  | 1,9  | 5,9              | 8,2 | 7,4 | 0,6 | 0,3  | 1,3  |
| 50 | 50   | 2  | 43   | 5,1      | 8,3 | 7,1 | 0,9 | 0,3  | 1,6  | 5,3              | 8,3 | 7,3 | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 50 | 75   | 2  | 58   | 5,3      | 8,3 | 7   | 0,8 | 0,5  | 1,6  | 5,9              | 8,3 | 7,3 | 0,7 | 0,4  | 1,2  |
| 50 | 100  | 2  | 65   | 5,5      | 8,2 | 7   | 0,7 | 0,5  | 1,9  | 5,9              | 8,3 | 7,4 | 0,6 | 0,3  | 1,3  |

Tabelle 8.3: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Allee (2002); Ertragsmonitor : Agleader

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |      |     |     |      |      | Gefilterte Daten |      |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|------|-----|-----|------|------|------------------|------|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX  | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max  | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 3800 | 0,2      | 13,4 | 6,1 | 1,4 | 0,1  | 19,9 | 0,4              | 10   | 6,4 | 1,1 | 0    | 3,7  |
| 5  | 7,5  | 0  | 5339 | 0,1      | 11,8 | 5,9 | 1,5 | 0    | 16,9 | 0,5              | 9    | 6,2 | 1,2 | 0    | 5,2  |
| 5  | 10   | 0  | 6080 | 0,1      | 9,8  | 5,8 | 1,5 | 0,1  | 12,6 | 0,9              | 8,9  | 6,2 | 1,1 | 0    | 5,2  |
| 5  | 5    | 1  | 3800 | 0,1      | 13,3 | 6,1 | 1,5 | 0,1  | 19,9 | 0,3              | 10,1 | 6,4 | 1,1 | 0    | 3,7  |
| 5  | 7,5  | 1  | 5339 | 0,1      | 13,1 | 5,9 | 1,6 | 0    | 16,9 | 0,5              | 9,5  | 6,2 | 1,2 | 0    | 5,2  |
| 5  | 10   | 1  | 6080 | 0,1      | 12,2 | 5,8 | 1,6 | 0,1  | 12,6 | 0,8              | 10,2 | 6,1 | 1,2 | 0    | 5,2  |
| 5  | 5    | 2  | 3800 | 0,1      | 20   | 6,1 | 1,6 | 0,1  | 19,9 | 0,3              | 10,1 | 6,4 | 1,1 | 0    | 3,7  |
| 5  | 7,5  | 2  | 5339 | 0        | 22   | 5,8 | 1,8 | 0    | 16,9 | 0,4              | 9,9  | 6,2 | 1,3 | 0    | 5,2  |
| 5  | 10   | 2  | 6080 | 0        | 22   | 5,8 | 1,8 | 0,1  | 12,6 | 0,5              | 10,5 | 6,1 | 1,3 | 0    | 5,2  |
| 10 | 10   | 0  | 1522 | 0,4      | 9,4  | 5,8 | 1,5 | 0,1  | 11,8 | 1,1              | 8,9  | 6,2 | 1,1 | 0    | 3,9  |
| 10 | 15   | 0  | 1681 | 0,9      | 8,9  | 5,7 | 1,3 | 0,2  | 10,6 | 1,7              | 8,6  | 6,2 | 1   | 0,1  | 4,1  |
| 10 | 20   | 0  | 1773 | 1,9      | 8,9  | 5,8 | 1,2 | 0,1  | 12,9 | 2,5              | 8,5  | 6,2 | 0,9 | 0,1  | 3,4  |
| 10 | 10   | 1  | 1522 | 0,3      | 21,3 | 5,8 | 1,6 | 0,1  | 11,8 | 1                | 8,9  | 6,1 | 1,2 | 0    | 3,9  |
| 10 | 15   | 1  | 1681 | 0,7      | 17,8 | 5,7 | 1,5 | 0,2  | 10,6 | 1,5              | 8,8  | 6,2 | 1,1 | 0,1  | 4,1  |
| 10 | 20   | 1  | 1773 | 1,1      | 16   | 5,8 | 1,3 | 0,1  | 12,9 | 1,8              | 8,7  | 6,2 | 1   | 0,1  | 3,4  |
| 10 | 10   | 2  | 1522 | 0        | 42,6 | 5,7 | 2,1 | 0,1  | 11,8 | 0,5              | 9,1  | 6,1 | 1,3 | 0    | 3,9  |
| 10 | 15   | 2  | 1681 | 0,1      | 42,3 | 5,7 | 2   | 0,2  | 10,6 | 0,6              | 9    | 6,1 | 1,2 | 0,1  | 4,1  |
| 10 | 20   | 2  | 1773 | 0,1      | 42   | 5,7 | 1,9 | 0,1  | 12,9 | 0,6              | 9    | 6,2 | 1,1 | 0,1  | 3,4  |
| 15 | 15   | 0  | 748  | 1        | 8,9  | 5,7 | 1,3 | 0,2  | 13,3 | 2,3              | 8,6  | 6,2 | 1   | 0,1  | 4,8  |
| 15 | 22,5 | 0  | 807  | 2,1      | 8,6  | 5,7 | 1,2 | 0,2  | 9,2  | 3                | 8,3  | 6,2 | 0,9 | 0,2  | 2,9  |
| 15 | 30   | 0  | 866  | 2,3      | 9    | 5,7 | 1   | 0,1  | 11   | 3,2              | 8,1  | 6,2 | 0,8 | 0,1  | 2,6  |
| 15 | 15   | 1  | 748  | 0,9      | 9,2  | 5,7 | 1,4 | 0,2  | 13,3 | 2,1              | 8,7  | 6,2 | 1,1 | 0,1  | 4,8  |
| 15 | 22,5 | 1  | 807  | 1,6      | 8,8  | 5,8 | 1,2 | 0,2  | 9,2  | 2,7              | 8,4  | 6,2 | 1   | 0,2  | 2,9  |
| 15 | 30   | 1  | 866  | 2,1      | 9    | 5,8 | 1,1 | 0,1  | 11   | 3,1              | 8,3  | 6,2 | 0,9 | 0,1  | 2,6  |
| 15 | 15   | 2  | 748  | 0,2      | 10,5 | 5,7 | 1,7 | 0,2  | 13,3 | 0,9              | 10,1 | 6,2 | 1,2 | 0,1  | 4,8  |
| 15 | 22,5 | 2  | 807  | 0,3      | 10,3 | 5,8 | 1,6 | 0,2  | 9,2  | 1,1              | 9,9  | 6,2 | 1,1 | 0,2  | 2,9  |
| 15 | 30   | 2  | 866  | 0,4      | 10,2 | 5,8 | 1,5 | 0,1  | 11   | 1,1              | 9,7  | 6,2 | 1   | 0,1  | 2,6  |
| 20 | 20   | 0  | 443  | 1,8      | 8,6  | 5,7 | 1,2 | 0,2  | 9,3  | 2,8              | 8,3  | 6,2 | 0,9 | 0,1  | 3,1  |
| 20 | 30   | 0  | 488  | 2,6      | 9,7  | 5,7 | 1   | 0,2  | 10   | 3,5              | 8,5  | 6,3 | 0,8 | 0,2  | 2,4  |
| 20 | 40   | 0  | 529  | 3,1      | 8    | 5,7 | 0,9 | 0,2  | 12,6 | 4                | 7,9  | 6,3 | 0,7 | 0,2  | 2,4  |
| 20 | 20   | 1  | 443  | 1,5      | 9    | 5,8 | 1,3 | 0,2  | 9,3  | 2,6              | 8,6  | 6,2 | 1   | 0,1  | 3,1  |
| 20 | 30   | 1  | 488  | 2,3      | 9,7  | 5,8 | 1,1 | 0,2  | 10   | 3,2              | 8,5  | 6,3 | 0,9 | 0,2  | 2,4  |
| 20 | 40   | 1  | 529  | 2,6      | 8,1  | 5,7 | 1   | 0,2  | 12,6 | 3,6              | 8,2  | 6,3 | 0,8 | 0,2  | 2,4  |
| 20 | 20   | 2  | 443  | 0,1      | 10,6 | 5,8 | 1,6 | 0,2  | 9,3  | 1,9              | 8,8  | 6,2 | 1,1 | 0,1  | 3,1  |
| 20 | 30   | 2  | 488  | 0,2      | 10,5 | 5,8 | 1,5 | 0,2  | 10   | 2,3              | 8,8  | 6,2 | 1   | 0,2  | 2,4  |
| 20 | 40   | 2  | 529  | 0,2      | 10,5 | 5,8 | 1,4 | 0,2  | 12,6 | 2,7              | 8,7  | 6,3 | 0,9 | 0,2  | 2,4  |
| 25 | 25   | 0  | 298  | 2,5      | 8,1  | 5,7 | 1,1 | 0,2  | 9,1  | 3,1              | 8,2  | 6,2 | 0,9 | 0,1  | 2,6  |
| 25 | 37,5 | 0  | 331  | 2,9      | 7,9  | 5,7 | 1   | 0,2  | 8,4  | 4                | 8    | 6,3 | 0,8 | 0,2  | 2,5  |
| 25 | 50   | 0  | 367  | 3,6      | 8,5  | 5,7 | 0,8 | 0,3  | 10,2 | 4,2              | 8,1  | 6,3 | 0,7 | 0,1  | 2,3  |
| 25 | 25   | 1  | 298  | 1,9      | 8,5  | 5,8 | 1,2 | 0,2  | 9,1  | 3,2              | 8,2  | 6,2 | 0,9 | 0,1  | 2,6  |
| 25 | 37,5 | 1  | 331  | 2,7      | 8,2  | 5,7 | 1   | 0,2  | 8,4  | 3,8              | 8    | 6,3 | 0,8 | 0,2  | 2,5  |
| 25 | 50   | 1  | 367  | 3,1      | 8,6  | 5,7 | 0,9 | 0,3  | 10,2 | 4                | 8,1  | 6,3 | 0,7 | 0,1  | 2,3  |
| 25 | 25   | 2  | 298  | 0,2      | 10,6 | 5,8 | 1,5 | 0,2  | 9,1  | 1,6              | 8,5  | 6,2 | 1,1 | 0,1  | 2,6  |
| 25 | 37,5 | 2  | 331  | 0,3      | 10,2 | 5,8 | 1,4 | 0,2  | 8,4  | 1,8              | 8,5  | 6,2 | 1   | 0,2  | 2,5  |
| 25 | 50   | 2  | 367  | 0,3      | 10   | 5,8 | 1,3 | 0,3  | 10,2 | 1,9              | 8,4  | 6,3 | 0,9 | 0,1  | 2,3  |
| 30 | 30   | 0  | 221  | 2,9      | 8,3  | 5,8 | 1   | 0,2  | 9,8  | 3,5              | 8,1  | 6,2 | 0,8 | 0,1  | 2,4  |
| 30 | 45   | 0  | 243  | 3,4      | 7,8  | 5,7 | 0,9 | 0,3  | 7,2  | 4,2              | 7,9  | 6,3 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 30 | 60   | 0  | 274  | 3,8      | 9,4  | 5,7 | 0,8 | 0,3  | 8,9  | 4,5              | 7,8  | 6,3 | 0,6 | 0,2  | 2,4  |
| 30 | 30   | 1  | 221  | 2,4      | 8,3  | 5,8 | 1,1 | 0,2  | 9,8  | 3,1              | 8,4  | 6,2 | 0,9 | 0,1  | 2,4  |
| 30 | 45   | 1  | 243  | 2,9      | 7,9  | 5,7 | 1   | 0,3  | 7,2  | 3,6              | 8,2  | 6,3 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 30 | 60   | 1  | 274  | 3,4      | 9,4  | 5,7 | 0,9 | 0,3  | 8,9  | 4,1              | 7,8  | 6,3 | 0,7 | 0,2  | 2,4  |
| 30 | 30   | 2  | 221  | 1,7      | 8,8  | 5,8 | 1,3 | 0,2  | 9,8  | 2,5              | 8,8  | 6,2 | 1   | 0,1  | 2,4  |
| 30 | 45   | 2  | 243  | 1,9      | 8,7  | 5,8 | 1,2 | 0,3  | 7,2  | 2,7              | 8,7  | 6,3 | 0,9 | 0,3  | 2,4  |
| 30 | 60   | 2  | 274  | 2,1      | 9,4  | 5,8 | 1,2 | 0,3  | 8,9  | 2,9              | 8,6  | 6,3 | 0,8 | 0,2  | 2,4  |
| 35 | 35   | 0  | 164  | 3        | 7,9  | 5,7 | 1   | 0,4  | 8,9  | 4                | 7,9  | 6,3 | 0,8 | 0,3  | 2,5  |
| 35 | 52,5 | 0  | 188  | 3,8      | 7,8  | 5,7 | 0,8 | 0,2  | 9,2  | 4,2              | 7,8  | 6,3 | 0,6 | 0,2  | 2,2  |
| 35 | 70   | 0  | 210  | 4,2      | 7,7  | 5,6 | 0,7 | 0,3  | 7,1  | 2,5              | 7,7  | 6,3 | 0,6 | 0,3  | 2,6  |
| 35 | 35   | 1  | 164  | 2,5      | 8    | 5,7 | 1,1 | 0,4  | 8,9  | 3,8              | 7,9  | 6,2 | 0,8 | 0,3  | 2,5  |
| 35 | 52,5 | 1  | 188  | 3,2      | 7,9  | 5,7 | 0,9 | 0,2  | 9,2  | 4,1              | 7,8  | 6,3 | 0,7 | 0,2  | 2,2  |
| 35 | 70   | 1  | 210  | 3,6      | 7,7  | 5,7 | 0,8 | 0,3  | 7,1  | 2,5              | 7,6  | 6,3 | 0,7 | 0,3  | 2,6  |
| 35 | 35   | 2  | 164  | 0,9      | 10,3 | 5,7 | 1,5 | 0,4  | 8,9  | 3,3              | 8,2  | 6,2 | 1   | 0,3  | 2,5  |
| 35 | 52,5 | 2  | 188  | 1,1      | 9,9  | 5,7 | 1,3 | 0,2  | 9,2  | 3,8              | 8,1  | 6,2 | 0,9 | 0,2  | 2,2  |
| 35 | 70   | 2  | 210  | 1,2      | 9,7  | 5,7 | 1,2 | 0,3  | 7,1  | 2,6              | 8    | 6,2 | 0,8 | 0,3  | 2,6  |
| 40 | 40   | 0  | 130  | 3,1      | 7,9  | 5,7 | 0,9 | 0,3  | 8,8  | 4,2              | 7,9  | 6,2 | 0,7 | 0,3  | 2,5  |
| 40 | 60   | 0  | 149  | 3,9      | 7,7  | 5,7 | 0,8 | 0,3  | 6,9  | 4,5              | 7,8  | 6,3 | 0,6 | 0,2  | 2,3  |
| 40 | 80   | 0  | 169  | 3,5      | 7,6  | 5,6 | 0,7 | 0,3  | 8    | 5                | 7,7  | 6,3 | 0,5 | 0,3  | 2,3  |
| 40 | 40   | 1  | 130  | 3        | 8    | 5,8 | 1   | 0,3  | 8,8  | 4                | 7,8  | 6,3 | 0,8 | 0,3  | 2,5  |
| 40 | 60   | 1  | 149  | 3,6      | 7,7  | 5,8 | 0,8 | 0,3  | 6,9  | 4,2              | 7,8  | 6,3 | 0,7 | 0,2  | 2,3  |
| 40 | 80   | 1  | 169  | 3,4      | 7,6  | 5,6 | 0,8 | 0,3  | 8    | 4,6              | 7,7  | 6,3 | 0,6 | 0,3  | 2,3  |
| 40 | 40   | 2  | 130  | 3        | 9,6  | 5,9 | 1,2 | 0,3  | 8,8  | 3,4              | 9,1  | 6,3 | 1   | 0,3  | 2,5  |
| 40 | 60   | 2  | 149  | 3,2      | 9,4  | 5,9 | 1,1 | 0,3  | 6,9  | 3,5              | 9,1  | 6,3 | 0,9 | 0,2  | 2,3  |
| 40 | 80   | 2  | 169  | 3,3      | 9,3  | 5,8 | 1   | 0,3  | 8    | 3,6              | 9,1  | 6,3 | 0,8 | 0,3  | 2,3  |
| 45 | 45   | 0  | 111  | 3,4      | 8,2  | 5,7 | 0,9 | 0,3  | 9,2  | 4,1              | 8    | 6,3 | 0,7 | 0,1  | 2,3  |
| 45 | 67,5 | 0  | 126  | 4,1      | 8,2  | 5,7 | 0,8 | 0,5  | 7    | 4,7              | 7,7  | 6,3 | 0,6 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 90   | 0  | 141  | 4,3      | 7,5  | 5,6 | 0,6 | 0,2  | 7,1  | 4,7              | 7,6  | 6,3 | 0,5 | 0,2  | 2,5  |
| 45 | 45   | 1  | 111  | 3,1      | 8,2  | 5,7 | 1   | 0,3  | 9,2  | 3,8              | 8    | 6,3 | 0,8 | 0,1  | 2,3  |
| 45 | 67,5 | 1  | 126  | 3,6      | 8,2  | 5,7 | 0,9 | 0,5  | 7    | 4,3              | 7,6  | 6,3 | 0,6 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 90   | 1  | 141  | 4        | 7,5  | 5,6 | 0,7 | 0,2  | 7,1  | 4,7              | 7,6  | 6,3 | 0,6 | 0,2  | 2,5  |
| 45 | 45   | 2  | 111  | 1,1      | 10,2 | 5,8 | 1,5 | 0,3  | 9,2  | 3                | 8,7  | 6,2 | 1   | 0,1  | 2,3  |
| 45 | 67,5 | 2  | 126  | 1,2      | 10,1 | 5,8 | 1,3 | 0,5  | 7    | 3                | 8,7  | 6,3 | 0,9 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 90   | 2  | 141  | 1,2      | 10,1 | 5,7 | 1,2 | 0,2  | 7,1  | 3,1              | 8,7  | 6,2 | 0,8 | 0,2  | 2,5  |
| 50 | 50   | 0  | 90   | 3,6      | 7,7  | 5,7 | 0,9 | 0,4  | 10,2 | 4,3              | 7,8  | 6,3 | 0,7 | 0,3  | 2,3  |
| 50 | 75   | 0  | 107  | 4,2      | 7,6  | 5,6 | 0,7 | 0,3  | 6,8  | 4,8              | 7,8  | 6,3 | 0,5 | 0,3  | 2,3  |
| 50 | 100  | 0  | 117  | 4,4      | 7,1  | 5,5 | 0,6 | 0,3  | 6,5  | 5,2              | 7,3  | 6,2 | 0,4 | 0,3  | 2    |
| 50 | 50   | 1  | 90   | 3        | 7,7  | 5,7 | 1   | 0,4  | 10,2 | 3,8              | 7,8  | 6,3 | 0,8 | 0,3  | 2,3  |
| 50 | 75   | 1  | 107  | 3,6      | 7,6  | 5,6 | 0,8 | 0,3  | 6,8  | 4,3              | 7,7  | 6,3 | 0,6 | 0,3  | 2,3  |
| 50 | 100  | 1  | 117  | 3,8      | 7,2  | 5,6 | 0,6 | 0,3  | 6,5  | 4,8              | 7,4  | 6,2 | 0,5 | 0,3  | 2    |
| 50 | 50   | 2  | 90   | 0,1      | 8,2  | 5,7 | 1,5 | 0,4  | 10,2 | 2,8              | 8,3  | 6,3 | 0,9 | 0,3  | 2,3  |
| 50 | 75   | 2  | 107  | 0,1      | 8,2  | 5,6 | 1,3 | 0,3  | 6,8  | 3                | 8,3  | 6,3 | 0,8 | 0,3  | 2,3  |
| 50 | 100  | 2  | 117  | 0,1      | 8,1  | 5,5 | 1,2 | 0,3  | 6,5  | 3,3              | 8,3  | 6,2 | 0,7 | 0,3  | 2    |

Tabelle 8.4: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Allee (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |     |     |     |      |      | Gefilterte Daten |     |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|-----|-----|-----|------|------|------------------|-----|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 3800 | 2,4      | 8,9 | 6,5 | 1,3 | 0    | 3,1  | 2,3              | 8,9 | 6,6 | 1,3 | 0    | 2,5  |
| 5  | 7,5  | 0  | 5339 | 2,5      | 8,8 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,8  | 2,3              | 8,9 | 6,4 | 1,3 | 0    | 2,7  |
| 5  | 10   | 0  | 6080 | 2,7      | 8,9 | 6,2 | 1,2 | 0    | 2,9  | 2,5              | 8,9 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,3  |
| 5  | 5    | 1  | 3800 | 2,4      | 8,9 | 6,5 | 1,3 | 0    | 3,1  | 2,3              | 8,9 | 6,6 | 1,3 | 0    | 2,5  |
| 5  | 7,5  | 1  | 5339 | 2,5      | 8,8 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,8  | 2,3              | 8,9 | 6,4 | 1,3 | 0    | 2,7  |
| 5  | 10   | 1  | 6080 | 2,5      | 8,9 | 6,2 | 1,3 | 0    | 2,9  | 2,4              | 8,9 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,3  |
| 5  | 5    | 2  | 3800 | 2,4      | 8,9 | 6,5 | 1,3 | 0    | 3,1  | 2,3              | 8,9 | 6,6 | 1,3 | 0    | 2,5  |
| 5  | 7,5  | 2  | 5339 | 2,4      | 8,9 | 6,3 | 1,4 | 0    | 2,8  | 2,3              | 8,9 | 6,4 | 1,3 | 0    | 2,7  |
| 5  | 10   | 2  | 6080 | 2,4      | 8,9 | 6,2 | 1,4 | 0    | 2,9  | 2,4              | 8,9 | 6,3 | 1,4 | 0    | 2,3  |
| 10 | 10   | 0  | 1522 | 2,7      | 8,7 | 6,2 | 1,2 | 0    | 2,8  | 2,4              | 8,7 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,9  |
| 10 | 15   | 0  | 1681 | 2,9      | 8,7 | 6,2 | 1,2 | 0    | 3,4  | 2,8              | 8,7 | 6,4 | 1,2 | 0    | 2,2  |
| 10 | 20   | 0  | 1773 | 3        | 8,9 | 6,2 | 1,1 | 0    | 2,2  | 2,9              | 8,9 | 6,4 | 1,2 | 0    | 2,2  |
| 10 | 10   | 1  | 1522 | 2,6      | 8,7 | 6,2 | 1,3 | 0    | 2,8  | 2,4              | 8,8 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,9  |
| 10 | 15   | 1  | 1681 | 2,8      | 8,7 | 6,2 | 1,2 | 0    | 3,4  | 2,6              | 8,8 | 6,4 | 1,3 | 0    | 2,2  |
| 10 | 20   | 1  | 1773 | 2,9      | 8,9 | 6,2 | 1,2 | 0    | 2,2  | 2,9              | 8,9 | 6,4 | 1,2 | 0    | 2,2  |
| 10 | 10   | 2  | 1522 | 2,4      | 8,9 | 6,2 | 1,4 | 0    | 2,8  | 2,4              | 8,9 | 6,3 | 1,4 | 0    | 2,9  |
| 10 | 15   | 2  | 1681 | 2,5      | 8,9 | 6,2 | 1,3 | 0    | 3,4  | 2,4              | 8,9 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,2  |
| 10 | 20   | 2  | 1773 | 2,6      | 8,9 | 6,2 | 1,3 | 0    | 2,2  | 2,5              | 8,9 | 6,4 | 1,3 | 0    | 2,2  |
| 15 | 15   | 0  | 748  | 2,9      | 8,7 | 6,2 | 1,2 | 0    | 2,4  | 2,8              | 8,7 | 6,4 | 1,2 | 0    | 2,2  |
| 15 | 22,5 | 0  | 807  | 3,2      | 8,2 | 6,2 | 1,1 | 0,1  | 2,3  | 3,1              | 8,5 | 6,4 | 1,1 | 0    | 2,1  |
| 15 | 30   | 0  | 866  | 3,4      | 8,6 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,7  | 3,3              | 8,6 | 6,5 | 1   | 0,1  | 2    |
| 15 | 15   | 1  | 748  | 2,7      | 8,7 | 6,2 | 1,2 | 0    | 2,4  | 2,7              | 8,7 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,2  |
| 15 | 22,5 | 1  | 807  | 3        | 8,2 | 6,2 | 1,1 | 0,1  | 2,3  | 2,9              | 8,5 | 6,4 | 1,2 | 0    | 2,1  |
| 15 | 30   | 1  | 866  | 3,2      | 8,7 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,7  | 3,1              | 8,7 | 6,5 | 1,1 | 0,1  | 2    |
| 15 | 15   | 2  | 748  | 2,6      | 8,7 | 6,2 | 1,3 | 0    | 2,4  | 2,6              | 8,7 | 6,3 | 1,3 | 0    | 2,2  |
| 15 | 22,5 | 2  | 807  | 2,7      | 8,6 | 6,2 | 1,3 | 0,1  | 2,3  | 2,7              | 8,7 | 6,4 | 1,3 | 0    | 2,1  |
| 15 | 30   | 2  | 866  | 2,8      | 8,7 | 6,3 | 1,2 | 0,1  | 2,7  | 2,8              | 8,7 | 6,4 | 1,2 | 0,1  | 2    |
| 20 | 20   | 0  | 443  | 3,1      | 8,6 | 6,2 | 1,1 | 0    | 2,2  | 2,9              | 8,7 | 6,4 | 1,2 | 0    | 2    |
| 20 | 30   | 0  | 488  | 3,4      | 8,1 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,1  | 3,4              | 8,6 | 6,5 | 1   | 0,1  | 1,9  |
| 20 | 40   | 0  | 529  | 3,8      | 8,4 | 6,3 | 0,9 | 0,1  | 2    | 3,6              | 8,5 | 6,5 | 0,9 | 0,1  | 1,9  |
| 20 | 20   | 1  | 443  | 3        | 8,6 | 6,2 | 1,2 | 0    | 2,2  | 2,8              | 8,7 | 6,4 | 1,2 | 0    | 2    |
| 20 | 30   | 1  | 488  | 3,3      | 8,1 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,1  | 3,2              | 8,6 | 6,5 | 1,1 | 0,1  | 1,9  |
| 20 | 40   | 1  | 529  | 3,6      | 8,3 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2    | 3,5              | 8,5 | 6,5 | 1   | 0,1  | 1,9  |
| 20 | 20   | 2  | 443  | 2,5      | 8,6 | 6,2 | 1,3 | 0    | 2,2  | 2,5              | 8,7 | 6,4 | 1,3 | 0    | 2    |
| 20 | 30   | 2  | 488  | 2,5      | 8,3 | 6,2 | 1,2 | 0,1  | 2,1  | 2,6              | 8,6 | 6,4 | 1,2 | 0,1  | 1,9  |
| 20 | 40   | 2  | 529  | 2,5      | 8,3 | 6,3 | 1,2 | 0,1  | 2    | 2,6              | 8,5 | 6,5 | 1,2 | 0,1  | 1,9  |
| 25 | 25   | 0  | 298  | 3,4      | 8   | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,2  | 3,4              | 8,3 | 6,5 | 1,1 | 0,1  | 2    |
| 25 | 37,5 | 0  | 331  | 3,7      | 8,4 | 6,3 | 0,9 | 0,2  | 2,5  | 3,5              | 8,4 | 6,5 | 0,9 | 0,1  | 2,8  |
| 25 | 50   | 0  | 367  | 3,9      | 8,2 | 6,3 | 0,8 | 0    | 2,6  | 3,9              | 8,7 | 6,5 | 0,8 | 0    | 1,8  |
| 25 | 25   | 1  | 298  | 3,4      | 8,1 | 6,3 | 1,1 | 0,1  | 2,2  | 3,2              | 8,3 | 6,4 | 1,1 | 0,1  | 2    |
| 25 | 37,5 | 1  | 331  | 3,6      | 8,4 | 6,3 | 1   | 0,2  | 2,5  | 3,4              | 8,4 | 6,5 | 1   | 0,1  | 2,8  |
| 25 | 50   | 1  | 367  | 3,8      | 8,2 | 6,3 | 0,9 | 0    | 2,6  | 3,7              | 8,7 | 6,5 | 0,9 | 0    | 1,8  |
| 25 | 25   | 2  | 298  | 2,9      | 8,4 | 6,3 | 1,2 | 0,1  | 2,2  | 2,9              | 8,6 | 6,4 | 1,2 | 0,1  | 2    |
| 25 | 37,5 | 2  | 331  | 3,1      | 8,4 | 6,3 | 1,2 | 0,2  | 2,5  | 3,1              | 8,5 | 6,5 | 1,2 | 0,1  | 2,8  |
| 25 | 50   | 2  | 367  | 3,2      | 8,4 | 6,3 | 1,1 | 0    | 2,6  | 3,3              | 8,7 | 6,5 | 1,1 | 0    | 1,8  |
| 30 | 30   | 0  | 221  | 3,4      | 8,5 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,9  | 3,3              | 8,5 | 6,5 | 1   | 0    | 1,9  |
| 30 | 45   | 0  | 243  | 3,9      | 7,8 | 6,3 | 0,8 | 0,2  | 2,2  | 3,8              | 8,2 | 6,5 | 0,9 | 0    | 1,8  |
| 30 | 60   | 0  | 274  | 4,1      | 8   | 6,3 | 0,7 | 0,1  | 2,3  | 4,1              | 8,1 | 6,5 | 0,8 | 0    | 1,8  |
| 30 | 30   | 1  | 221  | 3,2      | 8,5 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,9  | 3,1              | 8,5 | 6,5 | 1,1 | 0    | 1,9  |
| 30 | 45   | 1  | 243  | 3,6      | 7,8 | 6,3 | 0,9 | 0,2  | 2,2  | 3,6              | 8,2 | 6,5 | 0,9 | 0    | 1,8  |
| 30 | 60   | 1  | 274  | 3,8      | 8   | 6,3 | 0,8 | 0,1  | 2,3  | 4,1              | 8,1 | 6,6 | 0,8 | 0    | 1,8  |
| 30 | 30   | 2  | 221  | 2,9      | 8,5 | 6,3 | 1,2 | 0,1  | 2,9  | 3                | 8,5 | 6,5 | 1,2 | 0    | 1,9  |
| 30 | 45   | 2  | 243  | 3        | 8,3 | 6,3 | 1,1 | 0,2  | 2,2  | 3,2              | 8,4 | 6,5 | 1,1 | 0    | 1,8  |
| 30 | 60   | 2  | 274  | 3        | 8,3 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,3  | 3,4              | 8,4 | 6,5 | 1   | 0    | 1,8  |
| 35 | 35   | 0  | 164  | 3,7      | 8,6 | 6,3 | 0,9 | 0,1  | 2    | 3,6              | 8,7 | 6,5 | 1   | 0,1  | 1,9  |
| 35 | 52,5 | 0  | 188  | 3,9      | 7,8 | 6,3 | 0,8 | 0,1  | 2,3  | 3,9              | 8,3 | 6,5 | 0,8 | 0,1  | 1,8  |
| 35 | 70   | 0  | 210  | 4,4      | 7,8 | 6,3 | 0,7 | 0,3  | 2    | 4,3              | 8,1 | 6,5 | 0,7 | 0,1  | 1,8  |
| 35 | 35   | 1  | 164  | 3,6      | 8,6 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2    | 3,5              | 8,7 | 6,5 | 1   | 0,1  | 1,9  |
| 35 | 52,5 | 1  | 188  | 3,8      | 7,9 | 6,3 | 0,9 | 0,1  | 2,3  | 3,8              | 8,2 | 6,5 | 0,9 | 0,1  | 1,8  |
| 35 | 70   | 1  | 210  | 4,1      | 7,8 | 6,3 | 0,8 | 0,3  | 2    | 4,3              | 8,1 | 6,6 | 0,8 | 0,1  | 1,8  |
| 35 | 35   | 2  | 164  | 3,1      | 8,6 | 6,2 | 1,2 | 0,1  | 2    | 2,9              | 8,7 | 6,4 | 1,2 | 0,1  | 1,9  |
| 35 | 52,5 | 2  | 188  | 3,2      | 8   | 6,3 | 1,1 | 0,1  | 2,3  | 3,1              | 8,3 | 6,5 | 1,1 | 0,1  | 1,8  |
| 35 | 70   | 2  | 210  | 3,4      | 8   | 6,3 | 1   | 0,3  | 2    | 3,2              | 8,2 | 6,5 | 1   | 0,1  | 1,8  |
| 40 | 40   | 0  | 130  | 4        | 7,7 | 6,3 | 0,9 | 0,2  | 2,2  | 3,6              | 8   | 6,5 | 0,9 | 0,2  | 1,6  |
| 40 | 60   | 0  | 149  | 4,1      | 7,9 | 6,3 | 0,8 | 0,1  | 2    | 4,2              | 8,1 | 6,5 | 0,7 | 0,1  | 1,7  |
| 40 | 80   | 0  | 169  | 4,7      | 8,2 | 6,3 | 0,7 | 0,2  | 2    | 4,6              | 8,2 | 6,5 | 0,7 | 0,1  | 1,7  |
| 40 | 40   | 1  | 130  | 3,7      | 7,8 | 6,3 | 0,9 | 0,2  | 2,2  | 3,6              | 8   | 6,5 | 1   | 0,2  | 1,6  |
| 40 | 60   | 1  | 149  | 3,9      | 7,9 | 6,3 | 0,8 | 0,1  | 2    | 4,2              | 8,1 | 6,6 | 0,8 | 0,1  | 1,7  |
| 40 | 80   | 1  | 169  | 4,3      | 8,2 | 6,3 | 0,7 | 0,2  | 2    | 4,4              | 8,2 | 6,6 | 0,7 | 0,1  | 1,7  |
| 40 | 40   | 2  | 130  | 3        | 8,2 | 6,3 | 1,2 | 0,2  | 2,2  | 3                | 8,3 | 6,5 | 1,1 | 0,2  | 1,6  |
| 40 | 60   | 2  | 149  | 3,1      | 8,2 | 6,4 | 1,1 | 0,1  | 2    | 3,1              | 8,2 | 6,6 | 1   | 0,1  | 1,7  |
| 40 | 80   | 2  | 169  | 3,1      | 8,2 | 6,3 | 1   | 0,2  | 2    | 3,1              | 8,2 | 6,6 | 0,9 | 0,1  | 1,7  |
| 45 | 45   | 0  | 111  | 3,8      | 8,5 | 6,3 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 4                | 8,2 | 6,5 | 0,8 | 0    | 1,8  |
| 45 | 67,5 | 0  | 126  | 4,4      | 8   | 6,3 | 0,7 | 0,4  | 2,1  | 4,3              | 8,1 | 6,6 | 0,7 | 0,2  | 1,7  |
| 45 | 90   | 0  | 141  | 4,9      | 8,2 | 6,2 | 0,6 | 0,1  | 2,4  | 4,7              | 8,7 | 6,5 | 0,6 | 0,1  | 1,7  |
| 45 | 45   | 1  | 111  | 3,6      | 8,5 | 6,3 | 0,9 | 0,1  | 1,9  | 3,6              | 8,2 | 6,5 | 0,9 | 0    | 1,8  |
| 45 | 67,5 | 1  | 126  | 4,1      | 8   | 6,3 | 0,8 | 0,4  | 2,1  | 4,3              | 8,1 | 6,6 | 0,8 | 0,2  | 1,7  |
| 45 | 90   | 1  | 141  | 4,5      | 8,2 | 6,3 | 0,7 | 0,1  | 2,4  | 4,7              | 8,7 | 6,5 | 0,7 | 0,1  | 1,7  |
| 45 | 45   | 2  | 111  | 3,2      | 8,5 | 6,3 | 1,2 | 0,1  | 1,9  | 3,1              | 8,2 | 6,5 | 1,1 | 0    | 1,8  |
| 45 | 67,5 | 2  | 126  | 3,4      | 8   | 6,3 | 1,1 | 0,4  | 2,1  | 3,4              | 8,1 | 6,6 | 1   | 0,2  | 1,7  |
| 45 | 90   | 2  | 141  | 3,6      | 8,2 | 6,3 | 1   | 0,1  | 2,4  | 3,6              | 8,7 | 6,5 | 0,9 | 0,1  | 1,7  |
| 50 | 50   | 0  | 90   | 4,2      | 7,8 | 6,3 | 0,8 | 0,3  | 1,9  | 4,4              | 8   | 6,6 | 0,8 | 0,3  | 1,6  |
| 50 | 75   | 0  | 107  | 4,5      | 8,2 | 6,3 | 0,7 | 0,3  | 2    | 4,5              | 8,2 | 6,5 | 0,7 | 0,1  | 1,7  |
| 50 | 100  | 0  | 117  | 4,6      | 7,3 | 6,2 | 0,6 | 0,5  | 2,1  | 4,8              | 7,8 | 6,5 | 0,6 | 0,1  | 1,6  |
| 50 | 50   | 1  | 90   | 3,8      | 7,8 | 6,3 | 0,9 | 0,3  | 1,9  | 3,9              | 8   | 6,5 | 0,9 | 0,3  | 1,6  |
| 50 | 75   | 1  | 107  | 4,3      | 8,2 | 6,3 | 0,8 | 0,3  | 2    | 4,4              | 8,2 | 6,6 | 0,8 | 0,1  | 1,7  |
| 50 | 100  | 1  | 117  | 4,6      | 7,3 | 6,2 | 0,6 | 0,5  | 2,1  | 4,8              | 7,8 | 6,5 | 0,6 | 0,1  | 1,6  |
| 50 | 50   | 2  | 90   | 3,3      | 8,3 | 6,3 | 1,2 | 0,3  | 1,9  | 3,3              | 8,5 | 6,5 | 1,2 | 0,3  | 1,6  |
| 50 | 75   | 2  | 107  | 3,5      | 8,3 | 6,3 | 1,1 | 0,3  | 2    | 3,4              | 8,5 | 6,5 | 1   | 0,1  | 1,7  |
| 50 | 100  | 2  | 117  | 3,6      | 8,3 | 6,2 | 1   | 0,5  | 2,1  | 3,5              | 8,4 | 6,5 | 0,9 | 0,1  | 1,6  |

Tabelle 8.5: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Bahndamm (2002); Ertragsmonitor : Agleader

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |      |     |     |      |      | Gefilterte Daten |     |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|------|-----|-----|------|------|------------------|-----|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX  | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 771  | 0,1      | 10,4 | 4,5 | 1,3 | 0    | 16,7 | 0,2              | 6,6 | 4,6 | 1   | 0    | 3,4  |
| 5  | 7,5  | 0  | 1278 | 0,3      | 8,3  | 4,2 | 1,2 | 0,1  | 13,9 | 0,2              | 6,7 | 4,5 | 1   | 0,1  | 2,9  |
| 5  | 10   | 0  | 1548 | 0,2      | 7,5  | 4,1 | 1,2 | 0,1  | 10,8 | 0,5              | 6,8 | 4,5 | 1   | 0,1  | 2,6  |
| 5  | 5    | 1  | 771  | 0,1      | 11   | 4,5 | 1,3 | 0    | 16,7 | 0,2              | 6,8 | 4,6 | 1   | 0    | 3,4  |
| 5  | 7,5  | 1  | 1278 | 0        | 12,4 | 4,2 | 1,3 | 0,1  | 13,9 | 0,2              | 6,7 | 4,5 | 1   | 0,1  | 2,9  |
| 5  | 10   | 1  | 1548 | 0,1      | 11,4 | 4,1 | 1,3 | 0,1  | 10,8 | 0,3              | 6,8 | 4,5 | 1   | 0,1  | 2,6  |
| 5  | 5    | 2  | 771  | 0,1      | 17,6 | 4,4 | 1,4 | 0    | 16,7 | 0,1              | 6,9 | 4,5 | 1,1 | 0    | 3,4  |
| 5  | 7,5  | 2  | 1278 | 0        | 19,3 | 4,2 | 1,6 | 0,1  | 13,9 | 0,2              | 7   | 4,5 | 1,1 | 0,1  | 2,9  |
| 5  | 10   | 2  | 1548 | 0        | 19,1 | 4,1 | 1,7 | 0,1  | 10,8 | 0,2              | 7   | 4,4 | 1,1 | 0,1  | 2,6  |
| 10 | 10   | 0  | 383  | 0,4      | 6,8  | 4,1 | 1,2 | 0,2  | 10,1 | 0,6              | 6,7 | 4,5 | 1   | 0,1  | 2,6  |
| 10 | 15   | 0  | 448  | 0,3      | 7,1  | 4,1 | 1,2 | 0,2  | 8,2  | 1,1              | 6,4 | 4,5 | 0,9 | 0,2  | 2,5  |
| 10 | 20   | 0  | 501  | 0,9      | 6,6  | 4,1 | 1   | 0,3  | 7    | 2,4              | 6,5 | 4,5 | 0,8 | 0,2  | 2,8  |
| 10 | 10   | 1  | 383  | 0,2      | 7,1  | 4,1 | 1,3 | 0,2  | 10,1 | 0,6              | 7,1 | 4,5 | 1   | 0,1  | 2,6  |
| 10 | 15   | 1  | 448  | 0,2      | 7,2  | 4,1 | 1,3 | 0,2  | 8,2  | 1,2              | 6,7 | 4,5 | 0,9 | 0,2  | 2,5  |
| 10 | 20   | 1  | 501  | 0,7      | 7    | 4,1 | 1,2 | 0,3  | 7    | 2                | 6,7 | 4,5 | 0,9 | 0,2  | 2,8  |
| 10 | 10   | 2  | 383  | 0        | 7,6  | 4,1 | 1,5 | 0,2  | 10,1 | 0,4              | 7,8 | 4,5 | 1,1 | 0,1  | 2,6  |
| 10 | 15   | 2  | 448  | 0        | 9,2  | 4   | 1,6 | 0,2  | 8,2  | 0,6              | 7,7 | 4,5 | 1,1 | 0,2  | 2,5  |
| 10 | 20   | 2  | 501  | 0        | 9,1  | 4,1 | 1,5 | 0,3  | 7    | 0,8              | 7,5 | 4,5 | 1   | 0,2  | 2,8  |
| 15 | 15   | 0  | 202  | 0,2      | 6,7  | 4,1 | 1,2 | 0,3  | 7,4  | 0,7              | 6,5 | 4,5 | 0,9 | 0,2  | 2,9  |
| 15 | 22,5 | 0  | 231  | 1,1      | 6,4  | 4,1 | 1   | 0,4  | 6,5  | 2,8              | 6,6 | 4,6 | 0,8 | 0,3  | 2,5  |
| 15 | 30   | 0  | 260  | 1,9      | 6,6  | 4,1 | 0,9 | 0,3  | 7    | 3,3              | 6,5 | 4,6 | 0,7 | 0,2  | 2,6  |
| 15 | 15   | 1  | 202  | 0,1      | 6,7  | 4,1 | 1,3 | 0,3  | 7,4  | 0,8              | 6,7 | 4,5 | 1   | 0,2  | 2,9  |
| 15 | 22,5 | 1  | 231  | 0,8      | 7,7  | 4,2 | 1,1 | 0,4  | 6,5  | 2,1              | 6,6 | 4,6 | 0,9 | 0,3  | 2,5  |
| 15 | 30   | 1  | 260  | 1,4      | 7,3  | 4,2 | 1   | 0,3  | 7    | 2,6              | 6,5 | 4,6 | 0,8 | 0,2  | 2,6  |
| 15 | 15   | 2  | 202  | 0        | 7,3  | 4   | 1,5 | 0,3  | 7,4  | 0,6              | 6,9 | 4,4 | 1,1 | 0,2  | 2,9  |
| 15 | 22,5 | 2  | 231  | 0,2      | 13,1 | 4,2 | 1,5 | 0,4  | 6,5  | 1,1              | 6,8 | 4,6 | 1   | 0,3  | 2,5  |
| 15 | 30   | 2  | 260  | 0,3      | 12,7 | 4,2 | 1,4 | 0,3  | 7    | 1,3              | 6,7 | 4,6 | 0,9 | 0,2  | 2,6  |
| 20 | 20   | 0  | 126  | 1        | 6,6  | 4,1 | 1   | 0,2  | 6,8  | 2,5              | 6,4 | 4,5 | 0,8 | 0,2  | 2,6  |
| 20 | 30   | 0  | 149  | 1,9      | 6,4  | 4,2 | 0,9 | 0,2  | 6,9  | 3,2              | 6,4 | 4,6 | 0,7 | 0,2  | 2,4  |
| 20 | 40   | 0  | 167  | 2,7      | 6,5  | 4,2 | 0,7 | 0,4  | 6,5  | 3,2              | 6,4 | 4,6 | 0,6 | 0,3  | 2,7  |
| 20 | 20   | 1  | 126  | 0,7      | 6,5  | 4,1 | 1,1 | 0,2  | 6,8  | 2                | 6,4 | 4,5 | 0,9 | 0,2  | 2,6  |
| 20 | 30   | 1  | 149  | 1,3      | 7,4  | 4,2 | 1   | 0,2  | 6,9  | 2,6              | 6,4 | 4,6 | 0,8 | 0,2  | 2,4  |
| 20 | 40   | 1  | 167  | 2        | 7,1  | 4,2 | 0,9 | 0,4  | 6,5  | 3                | 6,4 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,7  |
| 20 | 20   | 2  | 126  | 0,3      | 7,3  | 4,1 | 1,5 | 0,2  | 6,8  | 0,8              | 6,8 | 4,5 | 1   | 0,2  | 2,6  |
| 20 | 30   | 2  | 149  | 0,5      | 9,3  | 4,2 | 1,4 | 0,2  | 6,9  | 1                | 6,8 | 4,6 | 1   | 0,2  | 2,4  |
| 20 | 40   | 2  | 167  | 0,7      | 9,3  | 4,3 | 1,3 | 0,4  | 6,5  | 1,1              | 6,7 | 4,6 | 0,9 | 0,3  | 2,7  |
| 25 | 25   | 0  | 87   | 1,9      | 6,4  | 4,1 | 0,9 | 0,2  | 7,3  | 2,9              | 6,5 | 4,6 | 0,7 | 0,2  | 2,4  |
| 25 | 37,5 | 0  | 102  | 2,4      | 6,5  | 4,2 | 0,8 | 0,5  | 7,3  | 3,3              | 6,7 | 4,6 | 0,7 | 0,2  | 2,5  |
| 25 | 50   | 0  | 121  | 2,9      | 6,1  | 4,2 | 0,7 | 0,5  | 7,2  | 3,4              | 6,4 | 4,6 | 0,6 | 0,3  | 2,5  |
| 25 | 25   | 1  | 87   | 1,4      | 8,5  | 4,2 | 1,2 | 0,2  | 7,3  | 2,4              | 6,5 | 4,6 | 0,8 | 0,2  | 2,4  |
| 25 | 37,5 | 1  | 102  | 1,7      | 7,7  | 4,3 | 1   | 0,5  | 7,3  | 3,1              | 6,7 | 4,6 | 0,7 | 0,2  | 2,5  |
| 25 | 50   | 1  | 121  | 2        | 7,2  | 4,3 | 0,9 | 0,5  | 7,2  | 3,4              | 6,4 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,5  |
| 25 | 25   | 2  | 87   | 0,2      | 18,2 | 4,4 | 2,3 | 0,2  | 7,3  | 1,2              | 6,5 | 4,6 | 1   | 0,2  | 2,4  |
| 25 | 37,5 | 2  | 102  | 0,2      | 18   | 4,4 | 2,1 | 0,5  | 7,3  | 1,6              | 6,8 | 4,6 | 0,9 | 0,2  | 2,5  |
| 25 | 50   | 2  | 121  | 0,2      | 17,8 | 4,5 | 1,9 | 0,5  | 7,2  | 1,8              | 6,4 | 4,6 | 0,9 | 0,3  | 2,5  |
| 30 | 30   | 0  | 68   | 2,1      | 6,3  | 4,2 | 0,9 | 0,3  | 6,4  | 3,4              | 6,4 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 30 | 45   | 0  | 78   | 2,8      | 6,1  | 4,1 | 0,7 | 0,6  | 6,3  | 3,3              | 6,2 | 4,6 | 0,6 | 0,2  | 2,3  |
| 30 | 60   | 0  | 91   | 3        | 6,3  | 4,2 | 0,7 | 0,5  | 6,5  | 3,5              | 5,8 | 4,6 | 0,5 | 0,4  | 2,5  |
| 30 | 30   | 1  | 68   | 1,6      | 6,3  | 4,2 | 1   | 0,3  | 6,4  | 3                | 6,4 | 4,6 | 0,8 | 0,3  | 2,4  |
| 30 | 45   | 1  | 78   | 2,3      | 6,1  | 4,2 | 0,8 | 0,6  | 6,3  | 3,3              | 6,2 | 4,6 | 0,7 | 0,2  | 2,3  |
| 30 | 60   | 1  | 91   | 2,6      | 6,4  | 4,2 | 0,7 | 0,5  | 6,5  | 3,6              | 5,8 | 4,6 | 0,6 | 0,4  | 2,5  |
| 30 | 30   | 2  | 68   | 0,8      | 7,4  | 4,2 | 1,3 | 0,3  | 6,4  | 2,2              | 6,3 | 4,6 | 1   | 0,3  | 2,4  |
| 30 | 45   | 2  | 78   | 1,1      | 7,4  | 4,2 | 1,2 | 0,6  | 6,3  | 2,5              | 6,3 | 4,6 | 0,9 | 0,2  | 2,3  |
| 30 | 60   | 2  | 91   | 1,3      | 7,4  | 4,3 | 1,1 | 0,5  | 6,5  | 2,6              | 5,9 | 4,6 | 0,8 | 0,4  | 2,5  |
| 35 | 35   | 0  | 52   | 2,5      | 6,6  | 4,2 | 0,9 | 0,5  | 5,9  | 3,6              | 6,4 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 35 | 52,5 | 0  | 66   | 3        | 6,1  | 4,2 | 0,7 | 0,3  | 6,4  | 3,2              | 6,1 | 4,6 | 0,6 | 0,3  | 2,9  |
| 35 | 70   | 0  | 74   | 3,2      | 6,1  | 4,2 | 0,6 | 0,9  | 6,4  | 3,6              | 5,6 | 4,6 | 0,5 | 0,4  | 2,2  |
| 35 | 35   | 1  | 52   | 2        | 6,6  | 4,2 | 1   | 0,5  | 5,9  | 3,2              | 6,4 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 35 | 52,5 | 1  | 66   | 2,6      | 6    | 4,2 | 0,8 | 0,3  | 6,4  | 3,2              | 6,1 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,9  |
| 35 | 70   | 1  | 74   | 2,9      | 6,1  | 4,2 | 0,7 | 0,9  | 6,4  | 3,6              | 5,7 | 4,6 | 0,6 | 0,4  | 2,2  |
| 35 | 35   | 2  | 52   | 0,2      | 7,1  | 4,2 | 1,4 | 0,5  | 5,9  | 2,8              | 6,5 | 4,6 | 0,9 | 0,3  | 2,4  |
| 35 | 52,5 | 2  | 66   | 0,3      | 6,5  | 4,2 | 1,2 | 0,3  | 6,4  | 2,9              | 6,1 | 4,6 | 0,8 | 0,3  | 2,9  |
| 35 | 70   | 2  | 74   | 0,3      | 6,3  | 4,2 | 1,2 | 0,9  | 6,4  | 2,9              | 6   | 4,6 | 0,7 | 0,4  | 2,2  |
| 40 | 40   | 0  | 43   | 2,6      | 6,3  | 4,1 | 0,7 | 0,5  | 6,1  | 3,6              | 6,2 | 4,5 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 40 | 60   | 0  | 53   | 2,9      | 5,7  | 4,1 | 0,6 | 0,8  | 6,3  | 3,5              | 5,7 | 4,6 | 0,6 | 0,2  | 2,1  |
| 40 | 80   | 0  | 62   | 3,2      | 6,4  | 4,2 | 0,6 | 0,6  | 6,3  | 3,7              | 5,5 | 4,5 | 0,5 | 0,4  | 2,7  |
| 40 | 40   | 1  | 43   | 2,2      | 6,4  | 4,2 | 0,9 | 0,5  | 6,1  | 3,3              | 6,3 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 40 | 60   | 1  | 53   | 2,9      | 5,7  | 4,2 | 0,7 | 0,8  | 6,3  | 3,5              | 5,7 | 4,6 | 0,6 | 0,2  | 2,1  |
| 40 | 80   | 1  | 62   | 3,1      | 6,5  | 4,2 | 0,7 | 0,6  | 6,3  | 3,7              | 5,5 | 4,6 | 0,5 | 0,4  | 2,7  |
| 40 | 40   | 2  | 43   | 1,3      | 10,1 | 4,4 | 1,4 | 0,5  | 6,1  | 2,6              | 6,6 | 4,7 | 0,9 | 0,3  | 2,4  |
| 40 | 60   | 2  | 53   | 1,5      | 9,9  | 4,4 | 1,3 | 0,8  | 6,3  | 2,8              | 6,3 | 4,7 | 0,8 | 0,2  | 2,1  |
| 40 | 80   | 2  | 62   | 1,6      | 9,9  | 4,4 | 1,2 | 0,6  | 6,3  | 2,9              | 6,2 | 4,6 | 0,7 | 0,4  | 2,7  |
| 45 | 45   | 0  | 35   | 3        | 5,9  | 4,2 | 0,7 | 0,6  | 6,2  | 3,6              | 6   | 4,6 | 0,6 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 67,5 | 0  | 46   | 3,2      | 5,8  | 4,2 | 0,6 | 0,5  | 6,2  | 3,6              | 5,5 | 4,5 | 0,5 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 90   | 0  | 51   | 3,2      | 5,2  | 4,1 | 0,4 | 0,3  | 5,3  | 3,8              | 5,5 | 4,5 | 0,4 | 0,3  | 2,2  |
| 45 | 45   | 1  | 35   | 2,4      | 6    | 4,2 | 0,8 | 0,6  | 6,2  | 3,5              | 6,1 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 67,5 | 1  | 46   | 2,7      | 6    | 4,2 | 0,7 | 0,5  | 6,2  | 3,6              | 5,5 | 4,5 | 0,6 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 90   | 1  | 51   | 3        | 5,2  | 4,1 | 0,5 | 0,3  | 5,3  | 3,8              | 5,5 | 4,5 | 0,5 | 0,3  | 2,2  |
| 45 | 45   | 2  | 35   | 1,1      | 6,2  | 4   | 1,1 | 0,6  | 6,2  | 3,1              | 6,2 | 4,6 | 0,8 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 67,5 | 2  | 46   | 1,2      | 6,2  | 4,2 | 1,1 | 0,5  | 6,2  | 3,2              | 5,9 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 2,4  |
| 45 | 90   | 2  | 51   | 1,2      | 5,6  | 4,1 | 0,9 | 0,3  | 5,3  | 3,3              | 5,8 | 4,5 | 0,6 | 0,3  | 2,2  |
| 50 | 50   | 0  | 30   | 2,9      | 5,9  | 4,2 | 0,8 | 0,5  | 6,1  | 3,6              | 5,9 | 4,6 | 0,6 | 0,4  | 2    |
| 50 | 75   | 0  | 37   | 3,3      | 5,1  | 4,1 | 0,4 | 0,2  | 5,3  | 3,8              | 5,4 | 4,5 | 0,5 | 0,2  | 2,2  |
| 50 | 100  | 0  | 43   | 3,2      | 5,6  | 4,1 | 0,5 | 1,2  | 5,4  | 3,8              | 5,4 | 4,5 | 0,4 | 0,4  | 2,2  |
| 50 | 50   | 1  | 30   | 3        | 6,2  | 4,2 | 0,8 | 0,5  | 6,1  | 3,6              | 6   | 4,6 | 0,6 | 0,4  | 2    |
| 50 | 75   | 1  | 37   | 3,3      | 5,2  | 4,1 | 0,5 | 0,2  | 5,3  | 3,8              | 5,4 | 4,6 | 0,5 | 0,2  | 2,2  |
| 50 | 100  | 1  | 43   | 3,3      | 5,7  | 4,1 | 0,5 | 1,2  | 5,4  | 3,8              | 5,5 | 4,6 | 0,4 | 0,4  | 2,2  |
| 50 | 50   | 2  | 30   | 2        | 6,5  | 4,2 | 1,1 | 0,5  | 6,1  | 3,1              | 6   | 4,6 | 0,8 | 0,4  | 2    |
| 50 | 75   | 2  | 37   | 2,1      | 5,7  | 4,2 | 0,8 | 0,2  | 5,3  | 3,3              | 5,9 | 4,6 | 0,7 | 0,2  | 2,2  |
| 50 | 100  | 2  | 43   | 2,2      | 5,9  | 4,2 | 0,8 | 1,2  | 5,4  | 3,4              | 5,9 | 4,6 | 0,6 | 0,4  | 2,2  |



Tabelle 8.6: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Bahndamm (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |     |     |     | Gefilterte Daten |      |     |     |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|-----|-----|-----|------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX | M   | STD | MiST             | MaST | Min | Max | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 771  | 1,7      | 5,8 | 4,1 | 0,8 | 0                | 1,5  | 1,7 | 5,8 | 4,1 | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 5  | 7,5  | 0  | 1278 | 1,8      | 5,8 | 4   | 0,8 | 0                | 1,6  | 1,8 | 5,8 | 4   | 0,8 | 0    | 1,5  |
| 5  | 10   | 0  | 1548 | 1,8      | 5,7 | 4   | 0,8 | 0                | 1,5  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 2    |
| 5  | 5    | 1  | 771  | 1,8      | 5,8 | 4,1 | 0,8 | 0                | 1,5  | 1,8 | 5,8 | 4,1 | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 5  | 7,5  | 1  | 1278 | 1,8      | 5,8 | 4   | 0,8 | 0                | 1,6  | 1,8 | 5,8 | 4   | 0,8 | 0    | 1,5  |
| 5  | 10   | 1  | 1548 | 1,7      | 5,7 | 4   | 0,8 | 0                | 1,5  | 1,8 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 2    |
| 5  | 5    | 2  | 771  | 1,7      | 5,8 | 4,1 | 0,8 | 0                | 1,5  | 1,8 | 5,8 | 4,1 | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 5  | 7,5  | 2  | 1278 | 1,6      | 5,8 | 4   | 0,9 | 0                | 1,6  | 1,6 | 5,8 | 4   | 0,9 | 0    | 1,5  |
| 5  | 10   | 2  | 1548 | 1,6      | 5,8 | 4   | 0,9 | 0                | 1,5  | 1,6 | 5,8 | 4   | 0,9 | 0    | 2    |
| 10 | 10   | 0  | 383  | 1,8      | 5,8 | 4   | 0,8 | 0                | 1,5  | 1,9 | 5,8 | 4   | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 10 | 15   | 0  | 448  | 1,8      | 5,7 | 3,9 | 0,8 | 0                | 1,4  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,5  |
| 10 | 20   | 0  | 501  | 1,8      | 5,8 | 3,9 | 0,7 | 0                | 1,4  | 1,9 | 5,8 | 4   | 0,7 | 0    | 1,4  |
| 10 | 10   | 1  | 383  | 1,8      | 5,8 | 4   | 0,8 | 0                | 1,5  | 1,8 | 5,8 | 4   | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 10 | 15   | 1  | 448  | 1,7      | 5,7 | 4   | 0,8 | 0                | 1,4  | 1,8 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,5  |
| 10 | 20   | 1  | 501  | 1,8      | 5,8 | 3,9 | 0,8 | 0                | 1,4  | 1,9 | 5,8 | 4   | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 10 | 10   | 2  | 383  | 1,8      | 5,8 | 4   | 0,9 | 0                | 1,5  | 1,7 | 5,8 | 4   | 0,9 | 0    | 1,4  |
| 10 | 15   | 2  | 448  | 1,7      | 5,7 | 4   | 0,9 | 0                | 1,4  | 1,8 | 5,7 | 4   | 0,9 | 0    | 1,5  |
| 10 | 20   | 2  | 501  | 1,8      | 5,8 | 3,9 | 0,9 | 0                | 1,4  | 1,9 | 5,8 | 4   | 0,9 | 0    | 1,4  |
| 15 | 15   | 0  | 202  | 2,1      | 5,7 | 3,9 | 0,7 | 0                | 1,4  | 2,1 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,2  |
| 15 | 22,5 | 0  | 231  | 1,8      | 5,7 | 3,9 | 0,7 | 0,1              | 1,4  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,7 | 0    | 1,4  |
| 15 | 30   | 0  | 260  | 2        | 5,6 | 3,9 | 0,6 | 0                | 1,4  | 2   | 5,7 | 4   | 0,6 | 0    | 1,4  |
| 15 | 15   | 1  | 202  | 2,1      | 5,7 | 3,9 | 0,8 | 0                | 1,4  | 2,1 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,2  |
| 15 | 22,5 | 1  | 231  | 1,8      | 5,7 | 3,9 | 0,8 | 0,1              | 1,4  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 15 | 30   | 1  | 260  | 1,9      | 5,6 | 3,9 | 0,7 | 0                | 1,4  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,7 | 0    | 1,4  |
| 15 | 15   | 2  | 202  | 1,9      | 5,7 | 4   | 0,9 | 0                | 1,4  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,2  |
| 15 | 22,5 | 2  | 231  | 1,7      | 5,7 | 4   | 0,9 | 0,1              | 1,4  | 1,8 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 15 | 30   | 2  | 260  | 1,9      | 5,6 | 3,9 | 0,8 | 0                | 1,4  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 20 | 20   | 0  | 126  | 2        | 5,6 | 3,9 | 0,7 | 0                | 1,4  | 2   | 5,6 | 4   | 0,7 | 0    | 1,3  |
| 20 | 30   | 0  | 149  | 2,1      | 5,7 | 3,9 | 0,6 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,7 | 4   | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 20 | 40   | 0  | 167  | 2,1      | 5,6 | 3,9 | 0,5 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,6 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,3  |
| 20 | 20   | 1  | 126  | 2        | 5,7 | 3,9 | 0,7 | 0                | 1,4  | 2   | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 20 | 30   | 1  | 149  | 2,1      | 5,7 | 3,9 | 0,7 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,7 | 4   | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 20 | 40   | 1  | 167  | 2        | 5,6 | 3,9 | 0,6 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,6 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,3  |
| 20 | 20   | 2  | 126  | 1,9      | 5,7 | 3,9 | 0,9 | 0                | 1,4  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 20 | 30   | 2  | 149  | 2,1      | 5,7 | 3,9 | 0,8 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0,1  | 1,3  |
| 20 | 40   | 2  | 167  | 2        | 5,6 | 3,9 | 0,8 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,6 | 4   | 0,7 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 25   | 0  | 87   | 2,4      | 5,6 | 3,9 | 0,6 | 0                | 1,4  | 2,5 | 5,7 | 4   | 0,7 | 0    | 1,3  |
| 25 | 37,5 | 0  | 102  | 2,6      | 5,6 | 3,9 | 0,5 | 0,1              | 1,4  | 2,6 | 5,6 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 25 | 50   | 0  | 121  | 1,8      | 5,4 | 3,9 | 0,5 | 0,1              | 1,3  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 25 | 25   | 1  | 87   | 2,3      | 5,6 | 3,9 | 0,7 | 0                | 1,4  | 2,3 | 5,7 | 4   | 0,7 | 0    | 1,3  |
| 25 | 37,5 | 1  | 102  | 2,5      | 5,6 | 3,9 | 0,6 | 0,1              | 1,4  | 2,6 | 5,6 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 25 | 50   | 1  | 121  | 1,8      | 5,4 | 3,8 | 0,6 | 0,1              | 1,3  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 25 | 25   | 2  | 87   | 2,1      | 5,8 | 3,9 | 0,9 | 0                | 1,4  | 2,1 | 5,8 | 4   | 0,8 | 0    | 1,3  |
| 25 | 37,5 | 2  | 102  | 2,3      | 5,7 | 3,9 | 0,8 | 0,1              | 1,4  | 2,2 | 5,8 | 4   | 0,8 | 0,1  | 1,1  |
| 25 | 50   | 2  | 121  | 1,8      | 5,7 | 3,8 | 0,7 | 0,1              | 1,3  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,7 | 0,1  | 1,1  |
| 30 | 30   | 0  | 68   | 2,3      | 5,6 | 3,9 | 0,6 | 0                | 1,4  | 2,3 | 5,6 | 4   | 0,7 | 0    | 1,4  |
| 30 | 45   | 0  | 78   | 1,8      | 5,6 | 3,9 | 0,6 | 0,1              | 1,3  | 1,9 | 5,6 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 60   | 0  | 91   | 2,9      | 5,1 | 3,9 | 0,4 | 0,2              | 1,3  | 2,9 | 5,6 | 4   | 0,4 | 0,1  | 1,1  |
| 30 | 30   | 1  | 68   | 2,3      | 5,6 | 3,9 | 0,7 | 0                | 1,4  | 2,3 | 5,6 | 4   | 0,7 | 0    | 1,4  |
| 30 | 45   | 1  | 78   | 1,8      | 5,6 | 3,9 | 0,6 | 0,1              | 1,3  | 1,9 | 5,6 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 60   | 1  | 91   | 2,8      | 5,1 | 3,9 | 0,4 | 0,2              | 1,3  | 2,9 | 5,6 | 4   | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 30 | 30   | 2  | 68   | 2,3      | 5,6 | 3,9 | 0,8 | 0                | 1,4  | 2,3 | 5,6 | 4   | 0,8 | 0    | 1,4  |
| 30 | 45   | 2  | 78   | 1,8      | 5,7 | 3,9 | 0,8 | 0,1              | 1,3  | 1,9 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0,1  | 1,2  |
| 30 | 60   | 2  | 91   | 2,7      | 5,1 | 3,9 | 0,6 | 0,2              | 1,3  | 2,7 | 5,6 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 35   | 0  | 52   | 2,4      | 5,7 | 3,9 | 0,6 | 0,1              | 1,3  | 2,4 | 5,7 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 52,5 | 0  | 66   | 2        | 4,9 | 3,8 | 0,5 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,2 | 3,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 70   | 0  | 74   | 3        | 5,6 | 3,9 | 0,4 | 0,2              | 1,2  | 3   | 5,6 | 4   | 0,4 | 0,2  | 1,1  |
| 35 | 35   | 1  | 52   | 2,3      | 5,7 | 3,9 | 0,7 | 0,1              | 1,3  | 2,4 | 5,7 | 4   | 0,7 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 52,5 | 1  | 66   | 2        | 4,9 | 3,8 | 0,6 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,2 | 3,9 | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 70   | 1  | 74   | 3        | 5,6 | 3,9 | 0,4 | 0,2              | 1,2  | 3   | 5,6 | 4   | 0,5 | 0,2  | 1,1  |
| 35 | 35   | 2  | 52   | 2,1      | 5,7 | 3,9 | 0,8 | 0,1              | 1,3  | 2,4 | 5,7 | 4   | 0,8 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 52,5 | 2  | 66   | 2        | 5,2 | 3,8 | 0,7 | 0,1              | 1,3  | 2,1 | 5,4 | 4   | 0,7 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 70   | 2  | 74   | 2,3      | 5,6 | 3,8 | 0,6 | 0,2              | 1,2  | 2,8 | 5,6 | 4   | 0,6 | 0,2  | 1,1  |
| 40 | 40   | 0  | 43   | 2,7      | 5,3 | 3,9 | 0,5 | 0,2              | 1,2  | 2,8 | 5,3 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 0  | 53   | 2,4      | 5   | 3,8 | 0,4 | 0,4              | 1,3  | 2,7 | 5,2 | 4   | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 80   | 0  | 62   | 2,8      | 4,7 | 3,8 | 0,3 | 0,6              | 1,3  | 3   | 5,7 | 4   | 0,4 | 0,1  | 1,2  |
| 40 | 40   | 1  | 43   | 2,6      | 5,3 | 3,9 | 0,6 | 0,2              | 1,2  | 2,6 | 5,3 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 1  | 53   | 2,4      | 5   | 3,8 | 0,5 | 0,4              | 1,3  | 2,7 | 5,2 | 4   | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 80   | 1  | 62   | 2,8      | 4,7 | 3,8 | 0,4 | 0,6              | 1,3  | 3   | 5,7 | 4   | 0,5 | 0,1  | 1,2  |
| 40 | 40   | 2  | 43   | 2        | 5,4 | 3,9 | 0,8 | 0,2              | 1,2  | 2,3 | 5,4 | 4   | 0,7 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 2  | 53   | 2        | 5,1 | 3,8 | 0,7 | 0,4              | 1,3  | 2,4 | 5,3 | 4   | 0,7 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 80   | 2  | 62   | 2        | 4,8 | 3,8 | 0,6 | 0,6              | 1,3  | 2,4 | 5,7 | 4   | 0,6 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 45   | 0  | 35   | 2,5      | 5,2 | 3,9 | 0,5 | 0,6              | 1,3  | 2,7 | 5,2 | 4   | 0,5 | 0,4  | 1,2  |
| 45 | 67,5 | 0  | 46   | 2,8      | 4,7 | 3,8 | 0,3 | 0,3              | 1,2  | 2,8 | 5,6 | 4   | 0,4 | 0,1  | 1,1  |
| 45 | 90   | 0  | 51   | 2,8      | 4,4 | 3,9 | 0,3 | 0,2              | 1,2  | 3   | 4,9 | 4   | 0,4 | 0,2  | 1,1  |
| 45 | 45   | 1  | 35   | 2,5      | 5,2 | 3,8 | 0,6 | 0,6              | 1,3  | 2,7 | 5,2 | 4   | 0,6 | 0,4  | 1,2  |
| 45 | 67,5 | 1  | 46   | 2,8      | 4,7 | 3,8 | 0,4 | 0,3              | 1,2  | 2,8 | 5,6 | 4   | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 45 | 90   | 1  | 51   | 2,8      | 4,4 | 3,8 | 0,3 | 0,2              | 1,2  | 2,9 | 4,9 | 4   | 0,4 | 0,2  | 1,1  |
| 45 | 45   | 2  | 35   | 2,4      | 5,2 | 3,8 | 0,7 | 0,6              | 1,3  | 2,5 | 5,2 | 3,9 | 0,7 | 0,4  | 1,2  |
| 45 | 67,5 | 2  | 46   | 2,5      | 4,9 | 3,7 | 0,5 | 0,3              | 1,2  | 2,5 | 5,6 | 3,9 | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 45 | 90   | 2  | 51   | 2,6      | 4,9 | 3,7 | 0,5 | 0,2              | 1,2  | 2,6 | 5   | 3,9 | 0,5 | 0,2  | 1,1  |
| 50 | 50   | 0  | 30   | 2,8      | 4,9 | 3,9 | 0,4 | 0,2              | 1,3  | 3   | 5,4 | 4   | 0,5 | 0,2  | 1,1  |
| 50 | 75   | 0  | 37   | 3        | 4,3 | 3,8 | 0,3 | 0                | 1,2  | 3   | 4,8 | 4   | 0,4 | 0    | 1,1  |
| 50 | 100  | 0  | 43   | 2,8      | 4,3 | 3,8 | 0,3 | 0,6              | 1,3  | 2,7 | 4,9 | 4   | 0,4 | 0,6  | 1,1  |
| 50 | 50   | 1  | 30   | 2,8      | 5   | 3,9 | 0,5 | 0,2              | 1,3  | 2,9 | 5,5 | 4   | 0,6 | 0,2  | 1,1  |
| 50 | 75   | 1  | 37   | 3        | 4,4 | 3,8 | 0,3 | 0                | 1,2  | 3   | 4,9 | 4   | 0,4 | 0    | 1,1  |
| 50 | 100  | 1  | 43   | 2,8      | 4,3 | 3,8 | 0,3 | 0,6              | 1,3  | 2,7 | 5   | 4   | 0,4 | 0,6  | 1,1  |
| 50 | 50   | 2  | 30   | 2,6      | 5,2 | 3,9 | 0,6 | 0,2              | 1,3  | 2,4 | 5,5 | 4   | 0,7 | 0,2  | 1,1  |
| 50 | 75   | 2  | 37   | 2,8      | 5,1 | 3,9 | 0,5 | 0                | 1,2  | 2,6 | 5,2 | 4   | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 50 | 100  | 2  | 43   | 2,8      | 5   | 3,8 | 0,5 | 0,6              | 1,3  | 2,7 | 5,2 | 4   | 0,5 | 0,6  | 1,1  |



Tabelle 8.8: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Lukas (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |     |     |     |      |      | Gefilterte Daten |     |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|-----|-----|-----|------|------|------------------|-----|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 864  | 2        | 6,3 | 5,1 | 0,7 | 0    | 1,7  | 2                | 6,3 | 5,1 | 0,6 | 0    | 1,7  |
| 5  | 7,5  | 0  | 1202 | 1,9      | 6,3 | 4,9 | 0,7 | 0    | 1,8  | 1,9              | 6,3 | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 5  | 10   | 0  | 1456 | 1,9      | 6,1 | 4,9 | 0,7 | 0    | 1,7  | 2                | 6,3 | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 5  | 5    | 1  | 864  | 1,9      | 6,3 | 5,1 | 0,7 | 0    | 1,7  | 1,9              | 6,3 | 5,1 | 0,6 | 0    | 1,7  |
| 5  | 7,5  | 1  | 1202 | 1,8      | 6,3 | 4,9 | 0,7 | 0    | 1,8  | 1,9              | 6,3 | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 5  | 10   | 1  | 1456 | 1,9      | 6,1 | 4,9 | 0,7 | 0    | 1,7  | 2                | 6,3 | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 5  | 5    | 2  | 864  | 1,8      | 6,3 | 5,1 | 0,7 | 0    | 1,7  | 1,9              | 6,3 | 5,1 | 0,6 | 0    | 1,7  |
| 5  | 7,5  | 2  | 1202 | 1,8      | 6,5 | 4,9 | 0,8 | 0    | 1,8  | 1,8              | 6,3 | 5   | 0,7 | 0    | 2    |
| 5  | 10   | 2  | 1456 | 1,7      | 6,5 | 4,9 | 0,8 | 0    | 1,7  | 1,9              | 6,3 | 5   | 0,7 | 0    | 2    |
| 10 | 10   | 0  | 362  | 2,4      | 6,1 | 4,9 | 0,7 | 0    | 1,8  | 2,4              | 6   | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 10 | 15   | 0  | 453  | 2        | 5,9 | 4,9 | 0,7 | 0,1  | 1,6  | 2                | 6,1 | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 10 | 20   | 0  | 519  | 2        | 5,9 | 4,8 | 0,7 | 0    | 1,7  | 2                | 5,9 | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 10 | 10   | 1  | 362  | 2,4      | 6,1 | 4,9 | 0,7 | 0    | 1,8  | 2,4              | 6   | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 10 | 15   | 1  | 453  | 2        | 6   | 4,9 | 0,7 | 0,1  | 1,6  | 2                | 6,1 | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 10 | 20   | 1  | 519  | 2        | 5,9 | 4,8 | 0,7 | 0    | 1,7  | 2                | 5,9 | 5   | 0,6 | 0    | 2    |
| 10 | 10   | 2  | 362  | 2,1      | 6,4 | 4,9 | 0,8 | 0    | 1,8  | 2,3              | 6,2 | 5   | 0,7 | 0    | 2    |
| 10 | 15   | 2  | 453  | 1,9      | 6,3 | 4,9 | 0,8 | 0,1  | 1,6  | 2                | 6,1 | 5   | 0,7 | 0    | 2    |
| 10 | 20   | 2  | 519  | 2        | 6,3 | 4,8 | 0,8 | 0    | 1,7  | 2                | 6,1 | 5   | 0,7 | 0    | 2    |
| 15 | 15   | 0  | 203  | 2,2      | 5,9 | 4,9 | 0,7 | 0,1  | 1,7  | 2,2              | 6   | 5   | 0,6 | 0    | 1,5  |
| 15 | 22,5 | 0  | 245  | 1,9      | 5,8 | 4,8 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 2                | 5,8 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,8  |
| 15 | 30   | 0  | 294  | 2,8      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,5  | 2,8              | 5,9 | 4,9 | 0,5 | 0    | 1,5  |
| 15 | 15   | 1  | 203  | 2,2      | 5,9 | 4,9 | 0,7 | 0,1  | 1,7  | 2,2              | 6   | 5   | 0,6 | 0    | 1,5  |
| 15 | 22,5 | 1  | 245  | 1,9      | 5,9 | 4,8 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 2                | 5,9 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,8  |
| 15 | 30   | 1  | 294  | 2,8      | 5,8 | 4,7 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 2,8              | 5,9 | 4,9 | 0,6 | 0    | 1,5  |
| 15 | 15   | 2  | 203  | 2,2      | 6   | 4,9 | 0,8 | 0,1  | 1,7  | 2,2              | 6   | 5   | 0,7 | 0    | 1,5  |
| 15 | 22,5 | 2  | 245  | 1,9      | 6   | 4,8 | 0,8 | 0,1  | 1,5  | 2                | 6   | 4,9 | 0,7 | 0,1  | 1,8  |
| 15 | 30   | 2  | 294  | 2,2      | 6   | 4,7 | 0,8 | 0,1  | 1,5  | 2,2              | 6   | 4,9 | 0,6 | 0    | 1,5  |
| 20 | 20   | 0  | 128  | 2,5      | 5,8 | 4,8 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 3,5              | 5,9 | 5   | 0,6 | 0    | 1,7  |
| 20 | 30   | 0  | 166  | 3        | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,5  | 3,5              | 5,9 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,5  |
| 20 | 40   | 0  | 195  | 2,6      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,2  | 1,5  | 3,6              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,6  |
| 20 | 20   | 1  | 128  | 2,3      | 5,9 | 4,8 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 3,4              | 5,9 | 5   | 0,6 | 0    | 1,7  |
| 20 | 30   | 1  | 166  | 2,9      | 5,8 | 4,7 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 3,5              | 5,9 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,5  |
| 20 | 40   | 1  | 195  | 2,5      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,2  | 1,5  | 3,5              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,6  |
| 20 | 20   | 2  | 128  | 2,2      | 6,6 | 4,8 | 0,9 | 0,1  | 1,5  | 2,8              | 6   | 5   | 0,7 | 0    | 1,7  |
| 20 | 30   | 2  | 166  | 2,7      | 6,6 | 4,7 | 0,8 | 0,1  | 1,5  | 2,9              | 5,9 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,5  |
| 20 | 40   | 2  | 195  | 2,4      | 6,6 | 4,7 | 0,8 | 0,2  | 1,5  | 2,9              | 5,9 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,6  |
| 25 | 25   | 0  | 96   | 2,8      | 5,8 | 4,8 | 0,6 | 0,1  | 1,4  | 3,4              | 5,8 | 5   | 0,6 | 0,1  | 1,7  |
| 25 | 37,5 | 0  | 121  | 3        | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,4  | 3,5              | 5,9 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 50   | 0  | 149  | 3,5      | 5,8 | 4,7 | 0,5 | 0,1  | 1,5  | 3,9              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 25   | 1  | 96   | 2,8      | 5,8 | 4,8 | 0,7 | 0,1  | 1,4  | 3,3              | 5,8 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,7  |
| 25 | 37,5 | 1  | 121  | 3        | 5,8 | 4,7 | 0,7 | 0,1  | 1,4  | 3,5              | 5,9 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 50   | 1  | 149  | 3,3      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,5  | 3,8              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 25   | 2  | 96   | 2,6      | 5,9 | 4,8 | 0,7 | 0,1  | 1,4  | 3,1              | 6   | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,7  |
| 25 | 37,5 | 2  | 121  | 2,7      | 5,9 | 4,7 | 0,7 | 0,1  | 1,4  | 3,5              | 6   | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,3  |
| 25 | 50   | 2  | 149  | 2,8      | 5,9 | 4,7 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 3,7              | 5,9 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,3  |
| 30 | 30   | 0  | 68   | 3        | 5,8 | 4,8 | 0,6 | 0,1  | 1,7  | 3,8              | 5,8 | 5   | 0,5 | 0,1  | 1,4  |
| 30 | 45   | 0  | 98   | 3,4      | 5,8 | 4,7 | 0,5 | 0,2  | 1,4  | 3,8              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,3  |
| 30 | 60   | 0  | 121  | 2,9      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,6  | 3,3              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,4  |
| 30 | 30   | 1  | 68   | 2,9      | 5,8 | 4,8 | 0,7 | 0,1  | 1,7  | 3,8              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,4  |
| 30 | 45   | 1  | 98   | 3,4      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,2  | 1,4  | 3,8              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,3  |
| 30 | 60   | 1  | 121  | 2,9      | 5,8 | 4,6 | 0,6 | 0,1  | 1,6  | 3,3              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,4  |
| 30 | 30   | 2  | 68   | 2,8      | 6,1 | 4,8 | 0,7 | 0,1  | 1,7  | 3,5              | 6   | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,4  |
| 30 | 45   | 2  | 98   | 3,1      | 6,1 | 4,7 | 0,7 | 0,2  | 1,4  | 3,6              | 6   | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,3  |
| 30 | 60   | 2  | 121  | 2,8      | 6,1 | 4,6 | 0,7 | 0,1  | 1,6  | 3,2              | 6   | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,4  |
| 35 | 35   | 0  | 60   | 3,3      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,4  | 4                | 5,8 | 5   | 0,5 | 0,1  | 1,4  |
| 35 | 52,5 | 0  | 78   | 2,6      | 5,7 | 4,7 | 0,6 | 0,2  | 1,3  | 2,6              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 70   | 0  | 103  | 3,1      | 5,8 | 4,7 | 0,5 | 0,1  | 1,4  | 4                | 5,8 | 4,9 | 0,4 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 35   | 1  | 60   | 3,1      | 5,8 | 4,7 | 0,7 | 0,1  | 1,4  | 3,9              | 5,8 | 5   | 0,5 | 0,1  | 1,4  |
| 35 | 52,5 | 1  | 78   | 2,6      | 5,7 | 4,7 | 0,6 | 0,2  | 1,3  | 2,6              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 70   | 1  | 103  | 3,1      | 5,8 | 4,7 | 0,5 | 0,1  | 1,4  | 4                | 5,8 | 4,9 | 0,4 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 35   | 2  | 60   | 2,8      | 5,9 | 4,7 | 0,7 | 0,1  | 1,4  | 3,7              | 5,9 | 5   | 0,6 | 0,1  | 1,4  |
| 35 | 52,5 | 2  | 78   | 2,6      | 5,9 | 4,7 | 0,7 | 0,2  | 1,3  | 2,6              | 5,8 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 35 | 70   | 2  | 103  | 3        | 5,9 | 4,6 | 0,6 | 0,1  | 1,4  | 4                | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 40   | 0  | 49   | 2,5      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,4  | 2,6              | 5,8 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 0  | 72   | 3,5      | 5,7 | 4,7 | 0,5 | 0,1  | 1,5  | 3,7              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 80   | 0  | 84   | 3,3      | 5,7 | 4,7 | 0,5 | 0    | 1,5  | 4                | 5,8 | 5   | 0,4 | 0    | 1,2  |
| 40 | 40   | 1  | 49   | 2,5      | 5,8 | 4,7 | 0,7 | 0,1  | 1,4  | 2,6              | 5,8 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 1  | 72   | 3,3      | 5,7 | 4,6 | 0,6 | 0,1  | 1,5  | 3,7              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 80   | 1  | 84   | 3,3      | 5,7 | 4,7 | 0,5 | 0    | 1,5  | 4                | 5,8 | 4,9 | 0,4 | 0    | 1,2  |
| 40 | 40   | 2  | 49   | 2,3      | 5,9 | 4,7 | 0,8 | 0,1  | 1,4  | 2,6              | 5,9 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 60   | 2  | 72   | 2,4      | 5,9 | 4,6 | 0,7 | 0,1  | 1,5  | 3,6              | 5,9 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 40 | 80   | 2  | 84   | 2,5      | 5,9 | 4,6 | 0,6 | 0    | 1,5  | 3,6              | 5,9 | 4,9 | 0,5 | 0    | 1,2  |
| 45 | 45   | 0  | 44   | 3,4      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,5  | 3,7              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 45 | 67,5 | 0  | 59   | 3,1      | 5,7 | 4,7 | 0,5 | 0,3  | 1,5  | 3,7              | 5,7 | 4,9 | 0,4 | 0,2  | 1    |
| 45 | 90   | 0  | 74   | 3,5      | 5,7 | 4,7 | 0,5 | 0,1  | 1,5  | 4                | 5,8 | 5   | 0,4 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 45   | 1  | 44   | 3,4      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,1  | 1,5  | 3,7              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,1  |
| 45 | 67,5 | 1  | 59   | 3        | 5,7 | 4,6 | 0,5 | 0,3  | 1,5  | 3,7              | 5,7 | 4,9 | 0,4 | 0,2  | 1    |
| 45 | 90   | 1  | 74   | 3,5      | 5,7 | 4,7 | 0,5 | 0,1  | 1,5  | 4                | 5,8 | 5   | 0,4 | 0,1  | 1,2  |
| 45 | 45   | 2  | 44   | 3,1      | 5,8 | 4,6 | 0,8 | 0,1  | 1,5  | 3,7              | 5,8 | 4,9 | 0,6 | 0,1  | 1,1  |
| 45 | 67,5 | 2  | 59   | 2,9      | 5,8 | 4,6 | 0,7 | 0,3  | 1,5  | 3,7              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,2  | 1    |
| 45 | 90   | 2  | 74   | 3,1      | 5,8 | 4,6 | 0,6 | 0,1  | 1,5  | 3,9              | 5,8 | 4,9 | 0,4 | 0,1  | 1,2  |
| 50 | 50   | 0  | 37   | 3,5      | 5,8 | 4,7 | 0,5 | 0,2  | 1,3  | 3,7              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,2  | 1    |
| 50 | 75   | 0  | 52   | 3,5      | 5,6 | 4,7 | 0,5 | 0,2  | 1,5  | 3,9              | 5,7 | 4,9 | 0,4 | 0,1  | 1,2  |
| 50 | 100  | 0  | 67   | 3,8      | 5,6 | 4,7 | 0,4 | 0,2  | 1,3  | 3,7              | 5,7 | 5   | 0,4 | 0,2  | 0,9  |
| 50 | 50   | 1  | 37   | 3,4      | 5,8 | 4,7 | 0,6 | 0,2  | 1,3  | 3,7              | 5,8 | 4,9 | 0,5 | 0,2  | 1    |
| 50 | 75   | 1  | 52   | 3,4      | 5,7 | 4,6 | 0,5 | 0,2  | 1,5  | 3,9              | 5,7 | 4,9 | 0,4 | 0,1  | 1,2  |
| 50 | 100  | 1  | 67   | 3,8      | 5,6 | 4,7 | 0,5 | 0,2  | 1,3  | 3,7              | 5,7 | 5   | 0,4 | 0,2  | 0,9  |
| 50 | 50   | 2  | 37   | 2,8      | 6   | 4,7 | 0,7 | 0,2  | 1,3  | 3,8              | 6   | 4,9 | 0,5 | 0,2  | 1    |
| 50 | 75   | 2  | 52   | 3        | 6   | 4,6 | 0,6 | 0,2  | 1,5  | 3,9              | 6   | 4,9 | 0,5 | 0,1  | 1,2  |
| 50 | 100  | 2  | 67   | 3,1      | 6   | 4,7 | 0,6 | 0,2  | 1,3  | 3,7              | 6   | 4,9 | 0,4 | 0,2  | 0,9  |













Tabelle 8.14: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |     |     |     |      |      | Gefilterte Daten |     |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|-----|-----|-----|------|------|------------------|-----|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 918  | 1,7      | 4,6 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,4  | 1,5              | 4,6 | 3,6 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 5  | 7,5  | 0  | 1369 | 1,5      | 4,7 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,5  | 1,4              | 4,7 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 5  | 10   | 0  | 1658 | 1,6      | 4,5 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,3  | 1,6              | 4,6 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 5  | 5    | 1  | 918  | 1,6      | 4,7 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,4  | 1,5              | 4,7 | 3,6 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 5  | 7,5  | 1  | 1369 | 1,4      | 4,7 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,5  | 1,4              | 4,8 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 5  | 10   | 1  | 1658 | 1,5      | 4,6 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,3  | 1,6              | 4,7 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 5  | 5    | 2  | 918  | 1,6      | 4,7 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,4  | 1,5              | 4,7 | 3,6 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 5  | 7,5  | 2  | 1369 | 1,2      | 4,8 | 3,4 | 0,7 | 0    | 1,5  | 1,3              | 4,8 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 5  | 10   | 2  | 1658 | 1,3      | 4,8 | 3,4 | 0,7 | 0    | 1,3  | 1,4              | 4,8 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,2  |
| 10 | 10   | 0  | 416  | 1,7      | 4,5 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,2  | 1,8              | 4,4 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 10 | 15   | 0  | 524  | 1,6      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1,2  | 1,6              | 4,3 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1    |
| 10 | 20   | 0  | 631  | 1,7      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0    | 1,1  | 1,7              | 4,3 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 10 | 10   | 1  | 416  | 1,5      | 4,6 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,2  | 1,5              | 4,5 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 10 | 15   | 1  | 524  | 1,6      | 4,4 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1,2  | 1,6              | 4,4 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1    |
| 10 | 20   | 1  | 631  | 1,7      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0    | 1,1  | 1,6              | 4,3 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 10 | 10   | 2  | 416  | 1,2      | 4,7 | 3,4 | 0,7 | 0    | 1,2  | 1,2              | 4,6 | 3,5 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 10 | 15   | 2  | 524  | 1,3      | 4,5 | 3,3 | 0,7 | 0,1  | 1,2  | 1,3              | 4,5 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1    |
| 10 | 20   | 2  | 631  | 1,3      | 4,5 | 3,3 | 0,6 | 0    | 1,1  | 1,3              | 4,5 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 15 | 15   | 0  | 238  | 1,7      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0    | 1,1  | 2                | 4,3 | 3,5 | 0,6 | 0    | 0,9  |
| 15 | 22,5 | 0  | 298  | 1,7      | 4,3 | 3,3 | 0,5 | 0    | 1,1  | 1,8              | 4,3 | 3,5 | 0,5 | 0    | 1,1  |
| 15 | 30   | 0  | 371  | 1,6      | 4,2 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1    | 1,6              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 1    |
| 15 | 15   | 1  | 238  | 1,7      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0    | 1,1  | 2                | 4,5 | 3,5 | 0,6 | 0    | 0,9  |
| 15 | 22,5 | 1  | 298  | 1,7      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0    | 1,1  | 1,7              | 4,3 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 15 | 30   | 1  | 371  | 1,6      | 4,2 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1    | 1,6              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 1    |
| 15 | 15   | 2  | 238  | 1,6      | 4,7 | 3,3 | 0,7 | 0    | 1,1  | 1,9              | 4,7 | 3,4 | 0,6 | 0    | 0,9  |
| 15 | 22,5 | 2  | 298  | 1,6      | 4,6 | 3,3 | 0,6 | 0    | 1,1  | 1,7              | 4,7 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 15 | 30   | 2  | 371  | 1,6      | 4,6 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1    | 1,6              | 4,7 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1    |
| 20 | 20   | 0  | 154  | 1,7      | 4,2 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1,1  | 1,7              | 4,2 | 3,5 | 0,6 | 0,1  | 0,9  |
| 20 | 30   | 0  | 206  | 1,8      | 4,2 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1    | 2                | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 0,9  |
| 20 | 40   | 0  | 251  | 1,8      | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1,1  | 1,9              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 1    |
| 20 | 20   | 1  | 154  | 1,7      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1,1  | 1,7              | 4,3 | 3,4 | 0,6 | 0,1  | 0,9  |
| 20 | 30   | 1  | 206  | 1,8      | 4,2 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1    | 2                | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 0,9  |
| 20 | 40   | 1  | 251  | 1,8      | 4,2 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1,1  | 1,9              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 1    |
| 20 | 20   | 2  | 154  | 1,6      | 4,5 | 3,3 | 0,7 | 0,1  | 1,1  | 1,7              | 4,5 | 3,4 | 0,6 | 0,1  | 0,9  |
| 20 | 30   | 2  | 206  | 1,7      | 4,4 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1    | 1,9              | 4,4 | 3,4 | 0,6 | 0    | 0,9  |
| 20 | 40   | 2  | 251  | 1,7      | 4,4 | 3,2 | 0,6 | 0,1  | 1,1  | 1,9              | 4,4 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1    |
| 25 | 25   | 0  | 117  | 1,7      | 4,2 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1,1  | 1,7              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 1    |
| 25 | 37,5 | 0  | 157  | 1,8      | 4,2 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1    | 1,9              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 25 | 50   | 0  | 191  | 1,8      | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,2  | 1,1  | 1,8              | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 1    |
| 25 | 25   | 1  | 117  | 1,7      | 4,2 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1,1  | 1,7              | 4,3 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1    |
| 25 | 37,5 | 1  | 157  | 1,8      | 4,2 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1    | 1,9              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 25 | 50   | 1  | 191  | 1,8      | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,2  | 1,1  | 1,8              | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 1    |
| 25 | 25   | 2  | 117  | 1,6      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1,1  | 1,7              | 4,4 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1    |
| 25 | 37,5 | 2  | 157  | 1,7      | 4,3 | 3,2 | 0,6 | 0,1  | 1    | 1,8              | 4,4 | 3,4 | 0,6 | 0,1  | 0,9  |
| 25 | 50   | 2  | 191  | 1,7      | 4,3 | 3,2 | 0,6 | 0,2  | 1,1  | 1,8              | 4,3 | 3,4 | 0,6 | 0,1  | 1    |
| 30 | 30   | 0  | 95   | 1,7      | 4,2 | 3,3 | 0,6 | 0,2  | 1    | 1,8              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 1,1  |
| 30 | 45   | 0  | 120  | 2,1      | 4   | 3,3 | 0,5 | 0,3  | 1    | 2                | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 30 | 60   | 0  | 149  | 1,8      | 4,2 | 3,3 | 0,4 | 0,1  | 1,1  | 1,9              | 4,2 | 3,5 | 0,4 | 0,1  | 0,9  |
| 30 | 30   | 1  | 95   | 1,7      | 4,2 | 3,3 | 0,6 | 0,2  | 1    | 1,8              | 4,2 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 30 | 45   | 1  | 120  | 2,1      | 4   | 3,3 | 0,5 | 0,3  | 1    | 2                | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 30 | 60   | 1  | 149  | 1,8      | 4,2 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1,1  | 1,9              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 30 | 30   | 2  | 95   | 1,7      | 4,5 | 3,3 | 0,6 | 0,2  | 1    | 1,7              | 4,5 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1,1  |
| 30 | 45   | 2  | 120  | 2,1      | 4,5 | 3,2 | 0,6 | 0,3  | 1    | 2                | 4,5 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 30 | 60   | 2  | 149  | 1,8      | 4,5 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1,1  | 1,9              | 4,5 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 35   | 0  | 78   | 2        | 4   | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1    | 2,1              | 4,2 | 3,5 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 52,5 | 0  | 96   | 2,1      | 4,1 | 3,3 | 0,4 | 0,2  | 1,1  | 2,3              | 4,2 | 3,5 | 0,4 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 70   | 0  | 132  | 1,8      | 3,9 | 3,3 | 0,4 | 0,2  | 1    | 1,7              | 4,1 | 3,4 | 0,4 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 35   | 1  | 78   | 2        | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1    | 2,1              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 52,5 | 1  | 96   | 2,1      | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,2  | 1,1  | 2,3              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 70   | 1  | 132  | 1,8      | 3,9 | 3,2 | 0,5 | 0,2  | 1    | 1,7              | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 35   | 2  | 78   | 1,7      | 4,4 | 3,3 | 0,6 | 0,1  | 1    | 1,9              | 4,4 | 3,4 | 0,6 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 52,5 | 2  | 96   | 1,8      | 4,3 | 3,3 | 0,6 | 0,2  | 1,1  | 2                | 4,3 | 3,4 | 0,6 | 0,1  | 0,9  |
| 35 | 70   | 2  | 132  | 1,8      | 4,3 | 3,2 | 0,6 | 0,2  | 1    | 1,7              | 4,3 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 40 | 40   | 0  | 60   | 2,2      | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,4  | 1    | 2,4              | 4,2 | 3,5 | 0,5 | 0,2  | 0,9  |
| 40 | 60   | 0  | 86   | 2,1      | 4   | 3,3 | 0,4 | 0,2  | 1    | 2,3              | 4,1 | 3,4 | 0,4 | 0,1  | 0,9  |
| 40 | 80   | 0  | 105  | 2,1      | 4,1 | 3,3 | 0,4 | 0,4  | 1    | 2,3              | 4,2 | 3,5 | 0,4 | 0,1  | 0,8  |
| 40 | 40   | 1  | 60   | 2,1      | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,4  | 1    | 2,4              | 4,2 | 3,5 | 0,5 | 0,2  | 0,9  |
| 40 | 60   | 1  | 86   | 2        | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,2  | 1    | 2,3              | 4,1 | 3,4 | 0,4 | 0,1  | 0,9  |
| 40 | 80   | 1  | 105  | 2,1      | 4,1 | 3,3 | 0,4 | 0,4  | 1    | 2,3              | 4,2 | 3,4 | 0,4 | 0,1  | 0,8  |
| 40 | 40   | 2  | 60   | 2,1      | 4,1 | 3,3 | 0,6 | 0,4  | 1    | 2,1              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0,2  | 0,9  |
| 40 | 60   | 2  | 86   | 2        | 4,1 | 3,2 | 0,5 | 0,2  | 1    | 2,2              | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,9  |
| 40 | 80   | 2  | 105  | 2,1      | 4,1 | 3,2 | 0,5 | 0,4  | 1    | 2,3              | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,8  |
| 45 | 45   | 0  | 51   | 2,1      | 4   | 3,3 | 0,5 | 0,4  | 1    | 2,3              | 4,1 | 3,5 | 0,5 | 0    | 1    |
| 45 | 67,5 | 0  | 78   | 1,8      | 3,9 | 3,3 | 0,5 | 0,2  | 1    | 1,8              | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,8  |
| 45 | 90   | 0  | 87   | 1,8      | 4   | 3,3 | 0,4 | 0,4  | 1,1  | 1,9              | 4,1 | 3,5 | 0,4 | 0,2  | 0,9  |
| 45 | 45   | 1  | 51   | 2,1      | 4   | 3,3 | 0,5 | 0,4  | 1    | 2,2              | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0    | 1    |
| 45 | 67,5 | 1  | 78   | 1,8      | 3,9 | 3,2 | 0,5 | 0,2  | 1    | 1,8              | 4,1 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,8  |
| 45 | 90   | 1  | 87   | 1,8      | 4   | 3,2 | 0,4 | 0,4  | 1,1  | 1,9              | 4,1 | 3,4 | 0,4 | 0,2  | 0,9  |
| 45 | 45   | 2  | 51   | 2        | 4,2 | 3,2 | 0,6 | 0,4  | 1    | 2,1              | 4,4 | 3,4 | 0,6 | 0    | 1    |
| 45 | 67,5 | 2  | 78   | 1,8      | 4,2 | 3,2 | 0,6 | 0,2  | 1    | 1,8              | 4,4 | 3,4 | 0,5 | 0,1  | 0,8  |
| 45 | 90   | 2  | 87   | 1,8      | 4,2 | 3,2 | 0,5 | 0,4  | 1,1  | 1,9              | 4,4 | 3,4 | 0,5 | 0,2  | 0,9  |
| 50 | 50   | 0  | 49   | 2,2      | 3,9 | 3,3 | 0,4 | 0,1  | 1,1  | 2,4              | 4,1 | 3,4 | 0,4 | 0    | 0,9  |
| 50 | 75   | 0  | 66   | 1,8      | 4,1 | 3,3 | 0,5 | 0,4  | 1,1  | 1,8              | 4,2 | 3,4 | 0,4 | 0,2  | 0,9  |
| 50 | 100  | 0  | 75   | 2,4      | 3,9 | 3,3 | 0,3 | 0,4  | 1    | 2,6              | 4   | 3,5 | 0,3 | 0,2  | 1    |
| 50 | 50   | 1  | 49   | 2,2      | 4   | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1,1  | 2,4              | 4,1 | 3,4 | 0,4 | 0    | 0,9  |
| 50 | 75   | 1  | 66   | 1,8      | 4,1 | 3,2 | 0,5 | 0,4  | 1,1  | 1,8              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0,2  | 0,9  |
| 50 | 100  | 1  | 75   | 2,3      | 3,9 | 3,3 | 0,4 | 0,4  | 1    | 2,5              | 4   | 3,4 | 0,4 | 0,2  | 1    |
| 50 | 50   | 2  | 49   | 2,2      | 4,2 | 3,3 | 0,5 | 0,1  | 1,1  | 2,4              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0    | 0,9  |
| 50 | 75   | 2  | 66   | 1,8      | 4,2 | 3,2 | 0,6 | 0,4  | 1,1  | 1,8              | 4,2 | 3,4 | 0,5 | 0,2  | 0,9  |
| 50 | 100  | 2  | 75   | 2,3      | 4,1 | 3,2 | 0,5 | 0,4  | 1    | 2,5              | 4,2 | 3,4 | 0,4 | 0,2  | 1    |

Tabelle 8.15: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Wittenfeld (2002); Ertragsmonitor : Agleader

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |      |     |     |      |      | Gefilterte Daten |      |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|------|-----|-----|------|------|------------------|------|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX  | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max  | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 2407 | 0,6      | 13   | 8,3 | 1,5 | 0,1  | 17,1 | 2,6              | 10,9 | 8,7 | 0,8 | 0    | 4,3  |
| 5  | 7,5  | 0  | 2825 | 0,2      | 12,1 | 8   | 1,7 | 0,2  | 11,1 | 1,8              | 10,5 | 8,6 | 0,9 | 0,1  | 4,5  |
| 5  | 10   | 0  | 3025 | 0,6      | 10,9 | 7,9 | 1,8 | 0,3  | 9,3  | 2,6              | 10,3 | 8,5 | 0,9 | 0,2  | 3,8  |
| 5  | 5    | 1  | 2407 | 0,5      | 12,9 | 8,3 | 1,5 | 0,1  | 17,1 | 1,9              | 11,1 | 8,7 | 0,8 | 0    | 4,3  |
| 5  | 7,5  | 1  | 2825 | 0,1      | 12   | 8   | 1,8 | 0,2  | 11,1 | 1,7              | 10,9 | 8,6 | 1   | 0,1  | 4,5  |
| 5  | 10   | 1  | 3025 | 0,4      | 14,8 | 7,9 | 1,9 | 0,3  | 9,3  | 2,5              | 10,6 | 8,5 | 0,9 | 0,2  | 3,8  |
| 5  | 5    | 2  | 2407 | 0,3      | 17,8 | 8,3 | 1,6 | 0,1  | 17,1 | 1,5              | 11,3 | 8,7 | 0,9 | 0    | 4,3  |
| 5  | 7,5  | 2  | 2825 | 0        | 16,7 | 8,1 | 2   | 0,2  | 11,1 | 1,5              | 11,2 | 8,6 | 1   | 0,1  | 4,5  |
| 5  | 10   | 2  | 3025 | 0        | 26,6 | 7,9 | 2,2 | 0,3  | 9,3  | 1,5              | 10,9 | 8,5 | 1,1 | 0,2  | 3,8  |
| 10 | 10   | 0  | 755  | 1,2      | 11   | 7,9 | 1,8 | 0,3  | 8,9  | 2,7              | 10   | 8,5 | 0,9 | 0,2  | 3,8  |
| 10 | 15   | 0  | 845  | 2,1      | 10,1 | 7,8 | 1,7 | 0,4  | 6,9  | 5,2              | 9,7  | 8,5 | 0,7 | 0,3  | 3,2  |
| 10 | 20   | 0  | 911  | 2,7      | 9,6  | 7,6 | 1,6 | 0,4  | 6,6  | 5,7              | 9,6  | 8,5 | 0,6 | 0,3  | 3,2  |
| 10 | 10   | 1  | 755  | 0,9      | 11,9 | 7,9 | 1,9 | 0,3  | 8,9  | 2,8              | 10,2 | 8,5 | 0,9 | 0,2  | 3,8  |
| 10 | 15   | 1  | 845  | 1,8      | 11   | 7,8 | 1,8 | 0,4  | 6,9  | 4,5              | 10   | 8,5 | 0,8 | 0,3  | 3,2  |
| 10 | 20   | 1  | 911  | 2        | 10,6 | 7,6 | 1,7 | 0,4  | 6,6  | 5,5              | 9,9  | 8,5 | 0,7 | 0,3  | 3,2  |
| 10 | 10   | 2  | 755  | 0        | 15,7 | 7,9 | 2,2 | 0,3  | 8,9  | 2,2              | 10,6 | 8,5 | 1,1 | 0,2  | 3,8  |
| 10 | 15   | 2  | 845  | 0        | 15,1 | 7,8 | 2,1 | 0,4  | 6,9  | 2,3              | 11   | 8,5 | 1   | 0,3  | 3,2  |
| 10 | 20   | 2  | 911  | 0        | 14,8 | 7,7 | 2   | 0,4  | 6,6  | 2,4              | 10,9 | 8,4 | 0,9 | 0,3  | 3,2  |
| 15 | 15   | 0  | 379  | 2,2      | 10   | 7,8 | 1,6 | 0,4  | 6,5  | 5,8              | 9,6  | 8,5 | 0,7 | 0,3  | 3,2  |
| 15 | 22,5 | 0  | 422  | 3,3      | 9,6  | 7,5 | 1,6 | 0,5  | 6,5  | 4,9              | 9,5  | 8,4 | 0,6 | 0,4  | 3,5  |
| 15 | 30   | 0  | 483  | 3,7      | 9,5  | 7,4 | 1,5 | 0,5  | 5,5  | 6,3              | 9,3  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 3,1  |
| 15 | 15   | 1  | 379  | 1,4      | 10,6 | 7,8 | 1,8 | 0,4  | 6,5  | 5,1              | 9,9  | 8,5 | 0,8 | 0,3  | 3,2  |
| 15 | 22,5 | 1  | 422  | 2,2      | 9,9  | 7,6 | 1,6 | 0,5  | 6,5  | 4,7              | 9,6  | 8,4 | 0,7 | 0,4  | 3,5  |
| 15 | 30   | 1  | 483  | 3,1      | 9,5  | 7,5 | 1,5 | 0,5  | 5,5  | 6,1              | 9,5  | 8,4 | 0,6 | 0,4  | 3,1  |
| 15 | 15   | 2  | 379  | 0,1      | 11,3 | 7,8 | 2,1 | 0,4  | 6,5  | 3,3              | 10,5 | 8,5 | 1   | 0,3  | 3,2  |
| 15 | 22,5 | 2  | 422  | 0,2      | 11   | 7,6 | 2   | 0,5  | 6,5  | 3,8              | 10,2 | 8,4 | 0,9 | 0,4  | 3,5  |
| 15 | 30   | 2  | 483  | 0,3      | 11   | 7,5 | 1,9 | 0,5  | 5,5  | 4,2              | 10,1 | 8,4 | 0,9 | 0,4  | 3,1  |
| 20 | 20   | 0  | 230  | 3,1      | 9,7  | 7,6 | 1,6 | 0,4  | 5,9  | 6,2              | 9,6  | 8,4 | 0,7 | 0,4  | 3,1  |
| 20 | 30   | 0  | 274  | 3,6      | 9,5  | 7,4 | 1,5 | 0,5  | 6,3  | 6,4              | 9,3  | 8,4 | 0,6 | 0,4  | 3,1  |
| 20 | 40   | 0  | 305  | 3,6      | 9,1  | 7,3 | 1,4 | 0,6  | 5,3  | 6                | 9,3  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 3    |
| 20 | 20   | 1  | 230  | 2,4      | 9,9  | 7,6 | 1,7 | 0,4  | 5,9  | 5,9              | 9,7  | 8,4 | 0,7 | 0,4  | 3,1  |
| 20 | 30   | 1  | 274  | 2,8      | 9,6  | 7,5 | 1,6 | 0,5  | 6,3  | 6,1              | 9,4  | 8,4 | 0,6 | 0,4  | 3,1  |
| 20 | 40   | 1  | 305  | 2,9      | 9,4  | 7,3 | 1,5 | 0,6  | 5,3  | 6                | 9,3  | 8,4 | 0,6 | 0,4  | 3    |
| 20 | 20   | 2  | 230  | 0,4      | 10,9 | 7,7 | 2,1 | 0,4  | 5,9  | 4,3              | 9,9  | 8,4 | 0,9 | 0,4  | 3,1  |
| 20 | 30   | 2  | 274  | 0,6      | 10,8 | 7,5 | 2   | 0,5  | 6,3  | 5,3              | 9,8  | 8,4 | 0,8 | 0,4  | 3,1  |
| 20 | 40   | 2  | 305  | 0,6      | 10,7 | 7,4 | 2   | 0,6  | 5,3  | 5,4              | 9,7  | 8,3 | 0,8 | 0,4  | 3    |
| 25 | 25   | 0  | 156  | 3,6      | 9,4  | 7,5 | 1,5 | 0,5  | 5,9  | 6,3              | 9,4  | 8,4 | 0,6 | 0,4  | 2,6  |
| 25 | 37,5 | 0  | 191  | 3,9      | 9,2  | 7,3 | 1,4 | 0,5  | 6    | 6,7              | 9,2  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 2,8  |
| 25 | 50   | 0  | 216  | 3,6      | 9    | 7,2 | 1,4 | 0,6  | 5,2  | 6,6              | 9,1  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 2,6  |
| 25 | 25   | 1  | 156  | 2,8      | 9,7  | 7,5 | 1,6 | 0,5  | 5,9  | 5,7              | 9,4  | 8,4 | 0,7 | 0,4  | 2,6  |
| 25 | 37,5 | 1  | 191  | 3,1      | 9,4  | 7,4 | 1,5 | 0,5  | 6    | 6,6              | 9,3  | 8,4 | 0,6 | 0,4  | 2,8  |
| 25 | 50   | 1  | 216  | 2,8      | 9,2  | 7,2 | 1,5 | 0,6  | 5,2  | 6,6              | 9,2  | 8,3 | 0,5 | 0,4  | 2,6  |
| 25 | 25   | 2  | 156  | 1,4      | 10,3 | 7,5 | 1,9 | 0,5  | 5,9  | 2,2              | 9,7  | 8,4 | 0,9 | 0,4  | 2,6  |
| 25 | 37,5 | 2  | 191  | 1,5      | 10   | 7,4 | 1,9 | 0,5  | 6    | 2,4              | 9,6  | 8,3 | 0,8 | 0,4  | 2,8  |
| 25 | 50   | 2  | 216  | 1,1      | 9,9  | 7,2 | 1,9 | 0,6  | 5,2  | 2,5              | 9,5  | 8,3 | 0,8 | 0,4  | 2,6  |
| 30 | 30   | 0  | 114  | 3,9      | 9,4  | 7,4 | 1,5 | 0,6  | 5,5  | 6,6              | 9,3  | 8,4 | 0,6 | 0,4  | 3    |
| 30 | 45   | 0  | 145  | 4        | 9    | 7,3 | 1,4 | 0,6  | 5,9  | 6,5              | 9,2  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 2,7  |
| 30 | 60   | 0  | 158  | 3,7      | 9    | 7,1 | 1,3 | 0,9  | 5,3  | 7                | 9,1  | 8,4 | 0,4 | 0,6  | 2,4  |
| 30 | 30   | 1  | 114  | 2,5      | 9,4  | 7,4 | 1,6 | 0,6  | 5,5  | 6,2              | 9,3  | 8,4 | 0,7 | 0,4  | 3    |
| 30 | 45   | 1  | 145  | 2,3      | 9,1  | 7,3 | 1,5 | 0,6  | 5,9  | 6,4              | 9,2  | 8,3 | 0,6 | 0,4  | 2,7  |
| 30 | 60   | 1  | 158  | 2,5      | 9,1  | 7,1 | 1,4 | 0,9  | 5,3  | 6,8              | 9,1  | 8,3 | 0,5 | 0,6  | 2,4  |
| 30 | 30   | 2  | 114  | 0        | 9,7  | 7,7 | 1,8 | 0,6  | 5,5  | 4,8              | 10   | 8,4 | 0,9 | 0,4  | 3    |
| 30 | 45   | 2  | 145  | 0,1      | 9,5  | 7,5 | 1,8 | 0,6  | 5,9  | 5,2              | 9,9  | 8,3 | 0,8 | 0,4  | 2,7  |
| 30 | 60   | 2  | 158  | 0,1      | 9,5  | 7,3 | 1,8 | 0,9  | 5,3  | 5,5              | 9,9  | 8,3 | 0,8 | 0,6  | 2,4  |
| 35 | 35   | 0  | 93   | 3,9      | 9,2  | 7,4 | 1,5 | 0,6  | 5    | 6,6              | 9,2  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 2,7  |
| 35 | 52,5 | 0  | 117  | 3,7      | 9    | 7,2 | 1,3 | 0,8  | 5,4  | 7                | 9,2  | 8,4 | 0,4 | 0,4  | 2,4  |
| 35 | 70   | 0  | 126  | 4        | 8,8  | 7,1 | 1,2 | 1    | 5,2  | 7,1              | 9    | 8,4 | 0,4 | 0,6  | 2,4  |
| 35 | 35   | 1  | 93   | 3,1      | 9,3  | 7,4 | 1,5 | 0,6  | 5    | 5,7              | 9,3  | 8,3 | 0,6 | 0,4  | 2,7  |
| 35 | 52,5 | 1  | 117  | 3,2      | 9    | 7,2 | 1,4 | 0,8  | 5,4  | 6,5              | 9,1  | 8,3 | 0,5 | 0,4  | 2,4  |
| 35 | 70   | 1  | 126  | 3,6      | 8,9  | 7,1 | 1,3 | 1    | 5,2  | 6,9              | 9    | 8,3 | 0,5 | 0,6  | 2,4  |
| 35 | 35   | 2  | 93   | 1,4      | 10   | 7,5 | 1,8 | 0,6  | 5    | 1,6              | 9,7  | 8,2 | 1,1 | 0,4  | 2,7  |
| 35 | 52,5 | 2  | 117  | 1,6      | 9,8  | 7,3 | 1,7 | 0,8  | 5,4  | 1,6              | 9,6  | 8,2 | 0,9 | 0,4  | 2,4  |
| 35 | 70   | 2  | 126  | 1,6      | 9,7  | 7,2 | 1,7 | 1    | 5,2  | 1,6              | 9,5  | 8,2 | 0,9 | 0,6  | 2,4  |
| 40 | 40   | 0  | 77   | 3,6      | 9,1  | 7,3 | 1,4 | 0,5  | 5    | 7,3              | 9,1  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 2,5  |
| 40 | 60   | 0  | 95   | 3,9      | 9    | 7,2 | 1,2 | 0,9  | 5,2  | 7                | 9,1  | 8,3 | 0,4 | 0,6  | 2,7  |
| 40 | 80   | 0  | 102  | 4,6      | 8,7  | 7,2 | 1   | 1    | 5    | 7,5              | 8,9  | 8,4 | 0,3 | 0,6  | 2,1  |
| 40 | 40   | 1  | 77   | 3,2      | 9,1  | 7,3 | 1,6 | 0,5  | 5    | 7                | 9,2  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 2,5  |
| 40 | 60   | 1  | 95   | 3,8      | 9    | 7,2 | 1,4 | 0,9  | 5,2  | 7                | 9,1  | 8,3 | 0,5 | 0,6  | 2,7  |
| 40 | 80   | 1  | 102  | 4        | 8,9  | 7,2 | 1,2 | 1    | 5    | 7,4              | 9    | 8,4 | 0,4 | 0,6  | 2,1  |
| 40 | 40   | 2  | 77   | 2        | 9,9  | 7,4 | 1,9 | 0,5  | 5    | 6,2              | 10   | 8,4 | 0,7 | 0,4  | 2,5  |
| 40 | 60   | 2  | 95   | 2,2      | 9,9  | 7,3 | 1,8 | 0,9  | 5,2  | 6,4              | 10   | 8,3 | 0,7 | 0,6  | 2,7  |
| 40 | 80   | 2  | 102  | 2,3      | 9,8  | 7,3 | 1,8 | 1    | 5    | 6,6              | 9,9  | 8,3 | 0,6 | 0,6  | 2,1  |
| 45 | 45   | 0  | 64   | 3,8      | 9    | 7,2 | 1,4 | 0,5  | 5,1  | 6,6              | 9,1  | 8,4 | 0,5 | 0,4  | 2,5  |
| 45 | 67,5 | 0  | 81   | 3,7      | 8,8  | 7,1 | 1,2 | 1    | 5    | 7,1              | 9    | 8,3 | 0,4 | 0,6  | 2,5  |
| 45 | 90   | 0  | 86   | 4,5      | 8,7  | 7,2 | 1   | 1    | 5,2  | 7,3              | 8,9  | 8,4 | 0,3 | 0,6  | 2,3  |
| 45 | 45   | 1  | 64   | 3,2      | 9    | 7,2 | 1,5 | 0,5  | 5,1  | 6,9              | 9,1  | 8,3 | 0,5 | 0,4  | 2,5  |
| 45 | 67,5 | 1  | 81   | 3,7      | 8,8  | 7,1 | 1,3 | 1    | 5    | 6,9              | 9    | 8,3 | 0,5 | 0,6  | 2,5  |
| 45 | 90   | 1  | 86   | 4,1      | 8,6  | 7,1 | 1,2 | 1    | 5,2  | 7,3              | 8,9  | 8,3 | 0,4 | 0,6  | 2,3  |
| 45 | 45   | 2  | 64   | 2        | 9,1  | 7,3 | 1,7 | 0,5  | 5,1  | 6,1              | 9,4  | 8,3 | 0,7 | 0,4  | 2,5  |
| 45 | 67,5 | 2  | 81   | 2        | 9    | 7,2 | 1,6 | 1    | 5    | 6,2              | 9,4  | 8,2 | 0,7 | 0,6  | 2,5  |
| 45 | 90   | 2  | 86   | 2,1      | 8,9  | 7,1 | 1,5 | 1    | 5,2  | 6,3              | 9,3  | 8,2 | 0,6 | 0,6  | 2,3  |
| 50 | 50   | 0  | 58   | 4,6      | 8,9  | 7,2 | 1,3 | 0,9  | 5,3  | 6,7              | 9,1  | 8,3 | 0,5 | 0,5  | 2,7  |
| 50 | 75   | 0  | 65   | 3,9      | 8,7  | 7,1 | 1,1 | 1    | 5,5  | 7,2              | 9    | 8,4 | 0,4 | 0,6  | 2,1  |
| 50 | 100  | 0  | 74   | 4,5      | 8,6  | 7,2 | 0,9 | 1,1  | 4,6  | 7,6              | 8,8  | 8,4 | 0,3 | 0,7  | 2,4  |
| 50 | 50   | 1  | 58   | 3,8      | 9    | 7,3 | 1,4 | 0,9  | 5,3  | 6,6              | 9,1  | 8,3 | 0,5 | 0,5  | 2,7  |
| 50 | 75   | 1  | 65   | 3,9      | 8,8  | 7,1 | 1,3 | 1    | 5,5  | 7                | 9    | 8,3 | 0,4 | 0,6  | 2,1  |
| 50 | 100  | 1  | 74   | 4,1      | 8,7  | 7,2 | 1,1 | 1,1  | 4,6  | 7,5              | 8,9  | 8,3 | 0,3 | 0,7  | 2,4  |
| 50 | 50   | 2  | 58   | 2,8      | 9,7  | 7,5 | 1,7 | 0,9  | 5,3  | 6,5              | 9,7  | 8,3 | 0,7 | 0,5  | 2,7  |
| 50 | 75   | 2  | 65   | 3        | 9,6  | 7,3 | 1,6 | 1    | 5,5  | 6,8              | 9,5  | 8,3 | 0,6 | 0,6  | 2,1  |
| 50 | 100  | 2  | 74   | 3,1      | 9,6  | 7,3 | 1,5 | 1,1  | 4,6  | 6,8              | 9,5  | 8,3 | 0,6 | 0,7  | 2,4  |

Tabelle 8.16: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Wittenfeld (2002); Ertragsmonitor : Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | Rohdaten |      |     |     |      |      | Gefilterte Daten |      |     |     |      |      |
|----|------|----|------|----------|------|-----|-----|------|------|------------------|------|-----|-----|------|------|
|    |      |    |      | MIN      | MAX  | M   | STD | MiST | MaST | Min              | Max  | M   | STD | MiST | MaST |
| 5  | 5    | 0  | 2407 | 0,9      | 10,6 | 7,6 | 2   | 0    | 3,3  | 0,9              | 10,8 | 7,7 | 2   | 0    | 2,7  |
| 5  | 7,5  | 0  | 2825 | 0,9      | 10,5 | 7,4 | 2   | 0    | 2,9  | 0,9              | 10,4 | 7,5 | 2,1 | 0    | 3    |
| 5  | 10   | 0  | 3025 | 0,9      | 10,2 | 7,2 | 2,1 | 0    | 3,7  | 0,9              | 10,1 | 7,4 | 2,1 | 0    | 2,9  |
| 5  | 5    | 1  | 2407 | 0,9      | 10,7 | 7,6 | 2   | 0    | 3,3  | 0,9              | 10,8 | 7,7 | 2   | 0    | 2,7  |
| 5  | 7,5  | 1  | 2825 | 0,9      | 10,6 | 7,4 | 2,1 | 0    | 2,9  | 0,9              | 10,5 | 7,5 | 2,1 | 0    | 3    |
| 5  | 10   | 1  | 3025 | 0,9      | 10,4 | 7,2 | 2,1 | 0    | 3,7  | 0,9              | 10,3 | 7,4 | 2,2 | 0    | 2,9  |
| 5  | 5    | 2  | 2407 | 0,9      | 10,8 | 7,6 | 2   | 0    | 3,3  | 0,9              | 10,9 | 7,7 | 2   | 0    | 2,7  |
| 5  | 7,5  | 2  | 2825 | 0,9      | 10,7 | 7,4 | 2,1 | 0    | 2,9  | 0,9              | 10,6 | 7,5 | 2,1 | 0    | 3    |
| 5  | 10   | 2  | 3025 | 0,9      | 10,6 | 7,2 | 2,2 | 0    | 3,7  | 0,9              | 10,5 | 7,4 | 2,2 | 0    | 2,9  |
| 10 | 10   | 0  | 755  | 1,8      | 10,2 | 7,3 | 2   | 0    | 2,9  | 1,8              | 10,1 | 7,4 | 2,1 | 0    | 2,8  |
| 10 | 15   | 0  | 845  | 0,9      | 10,1 | 7,1 | 2,1 | 0    | 3,8  | 0,9              | 10   | 7,3 | 2,2 | 0    | 3,8  |
| 10 | 20   | 0  | 911  | 2        | 10,1 | 6,9 | 2,1 | 0    | 3,6  | 1,5              | 9,9  | 7,1 | 2,2 | 0    | 3,6  |
| 10 | 10   | 1  | 755  | 1,7      | 10,2 | 7,3 | 2,1 | 0    | 2,9  | 1,5              | 10,2 | 7,4 | 2,1 | 0    | 2,8  |
| 10 | 15   | 1  | 845  | 0,9      | 10,1 | 7,1 | 2,1 | 0    | 3,8  | 0,9              | 10   | 7,3 | 2,2 | 0    | 3,8  |
| 10 | 20   | 1  | 911  | 1,9      | 10   | 6,9 | 2,1 | 0    | 3,6  | 1,4              | 9,9  | 7,1 | 2,2 | 0    | 3,6  |
| 10 | 10   | 2  | 755  | 1,3      | 10,3 | 7,3 | 2,2 | 0    | 2,9  | 1,2              | 10,3 | 7,4 | 2,2 | 0    | 2,8  |
| 10 | 15   | 2  | 845  | 0,9      | 10,2 | 7,1 | 2,3 | 0    | 3,8  | 0,9              | 10,2 | 7,3 | 2,3 | 0    | 3,8  |
| 10 | 20   | 2  | 911  | 1,4      | 10,2 | 6,9 | 2,3 | 0    | 3,6  | 1,3              | 10,2 | 7,1 | 2,3 | 0    | 3,6  |
| 15 | 15   | 0  | 379  | 2,2      | 10,1 | 7,1 | 2   | 0    | 3,3  | 1,5              | 10   | 7,3 | 2,2 | 0    | 3    |
| 15 | 22,5 | 0  | 422  | 1        | 9,9  | 6,8 | 2,1 | 0,1  | 3,6  | 1                | 9,9  | 7   | 2,2 | 0,1  | 3,7  |
| 15 | 30   | 0  | 483  | 2        | 10   | 6,8 | 2   | 0,1  | 3,3  | 1,6              | 9,9  | 7   | 2,1 | 0,1  | 3,4  |
| 15 | 15   | 1  | 379  | 2        | 10   | 7,1 | 2,1 | 0    | 3,3  | 1,4              | 9,9  | 7,3 | 2,2 | 0    | 3    |
| 15 | 22,5 | 1  | 422  | 1        | 10   | 6,8 | 2,2 | 0,1  | 3,6  | 1                | 9,9  | 7   | 2,2 | 0,1  | 3,7  |
| 15 | 30   | 1  | 483  | 2        | 10   | 6,7 | 2,1 | 0,1  | 3,3  | 1,6              | 9,9  | 7   | 2,2 | 0,1  | 3,4  |
| 15 | 15   | 2  | 379  | 1,8      | 10,1 | 7,1 | 2,2 | 0    | 3,3  | 1,4              | 10   | 7,3 | 2,2 | 0    | 3    |
| 15 | 22,5 | 2  | 422  | 1        | 9,9  | 6,8 | 2,3 | 0,1  | 3,6  | 1                | 9,9  | 7   | 2,3 | 0,1  | 3,7  |
| 15 | 30   | 2  | 483  | 1,8      | 10   | 6,7 | 2,3 | 0,1  | 3,3  | 1,6              | 9,9  | 6,9 | 2,3 | 0,1  | 3,4  |
| 20 | 20   | 0  | 230  | 1,4      | 9,8  | 6,9 | 2,1 | 0,1  | 3,3  | 1,4              | 9,8  | 7,1 | 2,1 | 0    | 3,4  |
| 20 | 30   | 0  | 274  | 1        | 9,9  | 6,8 | 2,1 | 0,1  | 3,3  | 1                | 9,9  | 7   | 2,2 | 0    | 3,4  |
| 20 | 40   | 0  | 305  | 1,7      | 9,9  | 6,7 | 2   | 0    | 3,3  | 1,7              | 9,8  | 6,9 | 2,1 | 0    | 3,3  |
| 20 | 20   | 1  | 230  | 1,3      | 10,1 | 6,9 | 2,1 | 0,1  | 3,3  | 1,3              | 9,9  | 7,1 | 2,2 | 0    | 3,4  |
| 20 | 30   | 1  | 274  | 1        | 9,9  | 6,8 | 2,2 | 0,1  | 3,3  | 1                | 9,9  | 7   | 2,3 | 0    | 3,4  |
| 20 | 40   | 1  | 305  | 1,6      | 9,8  | 6,6 | 2,1 | 0    | 3,3  | 1,6              | 9,8  | 6,8 | 2,2 | 0    | 3,3  |
| 20 | 20   | 2  | 230  | 1,3      | 10,7 | 6,9 | 2,3 | 0,1  | 3,3  | 1,3              | 10,2 | 7,1 | 2,3 | 0    | 3,4  |
| 20 | 30   | 2  | 274  | 1        | 10,6 | 6,7 | 2,3 | 0,1  | 3,3  | 1                | 10,1 | 6,9 | 2,4 | 0    | 3,4  |
| 20 | 40   | 2  | 305  | 1,6      | 10,6 | 6,5 | 2,3 | 0    | 3,3  | 1,6              | 10,1 | 6,8 | 2,3 | 0    | 3,3  |
| 25 | 25   | 0  | 156  | 2,3      | 10   | 6,8 | 2   | 0    | 3,3  | 2,1              | 9,9  | 7   | 2,2 | 0    | 3,4  |
| 25 | 37,5 | 0  | 191  | 1,9      | 9,8  | 6,7 | 2   | 0,1  | 3    | 1,9              | 9,8  | 7   | 2,1 | 0,1  | 3,3  |
| 25 | 50   | 0  | 216  | 2,1      | 9,9  | 6,6 | 2   | 0,1  | 3,3  | 1,9              | 9,9  | 6,8 | 2,1 | 0,1  | 3,3  |
| 25 | 25   | 1  | 156  | 2,2      | 10   | 6,8 | 2,1 | 0    | 3,3  | 2                | 9,9  | 7   | 2,2 | 0    | 3,4  |
| 25 | 37,5 | 1  | 191  | 1,9      | 9,8  | 6,7 | 2,1 | 0,1  | 3    | 1,9              | 9,8  | 6,9 | 2,2 | 0,1  | 3,3  |
| 25 | 50   | 1  | 216  | 2        | 9,9  | 6,5 | 2   | 0,1  | 3,3  | 1,9              | 9,9  | 6,8 | 2,2 | 0,1  | 3,3  |
| 25 | 25   | 2  | 156  | 2        | 10   | 6,8 | 2,2 | 0    | 3,3  | 1,9              | 9,9  | 7   | 2,3 | 0    | 3,4  |
| 25 | 37,5 | 2  | 191  | 1,7      | 9,9  | 6,6 | 2,3 | 0,1  | 3    | 1,8              | 9,8  | 6,9 | 2,3 | 0,1  | 3,3  |
| 25 | 50   | 2  | 216  | 1,8      | 9,9  | 6,4 | 2,2 | 0,1  | 3,3  | 1,9              | 9,9  | 6,7 | 2,3 | 0,1  | 3,3  |
| 30 | 30   | 0  | 114  | 2,1      | 9,9  | 6,7 | 2   | 0    | 2,8  | 2                | 9,8  | 6,9 | 2,2 | 0,1  | 3,3  |
| 30 | 45   | 0  | 145  | 1,1      | 9,8  | 6,6 | 2   | 0,2  | 3,4  | 1,1              | 9,8  | 6,9 | 2,1 | 0,1  | 3,3  |
| 30 | 60   | 0  | 158  | 2,2      | 9,8  | 6,6 | 1,9 | 0,2  | 3,2  | 2,2              | 9,7  | 6,9 | 2   | 0,2  | 3,4  |
| 30 | 30   | 1  | 114  | 2,1      | 9,9  | 6,7 | 2,1 | 0    | 2,8  | 2                | 9,9  | 6,8 | 2,2 | 0,1  | 3,3  |
| 30 | 45   | 1  | 145  | 1,1      | 9,8  | 6,6 | 2,1 | 0,2  | 3,4  | 1,1              | 9,8  | 6,8 | 2,2 | 0,1  | 3,3  |
| 30 | 60   | 1  | 158  | 2,2      | 9,8  | 6,6 | 2   | 0,2  | 3,2  | 2,2              | 9,7  | 6,8 | 2,1 | 0,2  | 3,4  |
| 30 | 30   | 2  | 114  | 2,1      | 9,9  | 6,7 | 2,3 | 0    | 2,8  | 1,8              | 9,9  | 6,8 | 2,3 | 0,1  | 3,3  |
| 30 | 45   | 2  | 145  | 1,1      | 9,8  | 6,6 | 2,3 | 0,2  | 3,4  | 1,1              | 9,9  | 6,8 | 2,4 | 0,1  | 3,3  |
| 30 | 60   | 2  | 158  | 2,2      | 9,8  | 6,5 | 2,2 | 0,2  | 3,2  | 2,1              | 9,9  | 6,7 | 2,3 | 0,2  | 3,4  |
| 35 | 35   | 0  | 93   | 2,2      | 10   | 6,7 | 2   | 0,2  | 3,1  | 2,1              | 9,9  | 7   | 2,1 | 0,1  | 3,4  |
| 35 | 52,5 | 0  | 117  | 1,1      | 9,9  | 6,7 | 2   | 0,1  | 2,9  | 1,1              | 9,9  | 7   | 2,1 | 0,1  | 3,1  |
| 35 | 70   | 0  | 126  | 2,5      | 9,9  | 6,8 | 1,7 | 0,3  | 3,4  | 2,5              | 9,8  | 7   | 1,8 | 0,1  | 3,4  |
| 35 | 35   | 1  | 93   | 2,2      | 10   | 6,7 | 2,1 | 0,2  | 3,1  | 2,1              | 9,9  | 7   | 2,1 | 0,1  | 3,4  |
| 35 | 52,5 | 1  | 117  | 1,1      | 9,9  | 6,7 | 2,1 | 0,1  | 2,9  | 1,1              | 9,9  | 6,9 | 2,2 | 0,1  | 3,1  |
| 35 | 70   | 1  | 126  | 2,3      | 9,9  | 6,7 | 1,8 | 0,3  | 3,4  | 2,3              | 9,8  | 6,9 | 1,9 | 0,1  | 3,4  |
| 35 | 35   | 2  | 93   | 2        | 10   | 6,6 | 2,2 | 0,2  | 3,1  | 1,9              | 9,9  | 6,9 | 2,3 | 0,1  | 3,4  |
| 35 | 52,5 | 2  | 117  | 1,1      | 9,9  | 6,6 | 2,2 | 0,1  | 2,9  | 1,1              | 9,9  | 6,8 | 2,3 | 0,1  | 3,1  |
| 35 | 70   | 2  | 126  | 2,1      | 9,9  | 6,6 | 2   | 0,3  | 3,4  | 2                | 9,8  | 6,8 | 2,1 | 0,1  | 3,4  |
| 40 | 40   | 0  | 77   | 0,9      | 9,9  | 6,6 | 2,1 | 0,1  | 3,2  | 0,9              | 9,9  | 6,9 | 2,2 | 0,1  | 3,1  |
| 40 | 60   | 0  | 95   | 2,4      | 9,9  | 6,8 | 1,8 | 0,1  | 3,4  | 2,4              | 9,9  | 7   | 2   | 0,1  | 3,4  |
| 40 | 80   | 0  | 102  | 2,3      | 9,8  | 6,9 | 1,6 | 0,1  | 3,3  | 2,3              | 9,8  | 7,1 | 1,7 | 0,1  | 3,4  |
| 40 | 40   | 1  | 77   | 0,9      | 9,9  | 6,6 | 2,2 | 0,1  | 3,2  | 0,9              | 9,9  | 6,8 | 2,3 | 0,1  | 3,1  |
| 40 | 60   | 1  | 95   | 2,2      | 9,9  | 6,7 | 1,9 | 0,1  | 3,4  | 2,3              | 9,9  | 6,9 | 2   | 0,1  | 3,4  |
| 40 | 80   | 1  | 102  | 2,3      | 9,8  | 6,8 | 1,7 | 0,1  | 3,3  | 2,3              | 9,8  | 7   | 1,9 | 0,1  | 3,4  |
| 40 | 40   | 2  | 77   | 0,9      | 9,9  | 6,5 | 2,4 | 0,1  | 3,2  | 0,9              | 9,9  | 6,8 | 2,5 | 0,1  | 3,1  |
| 40 | 60   | 2  | 95   | 2        | 9,9  | 6,6 | 2,2 | 0,1  | 3,4  | 2,2              | 9,9  | 6,8 | 2,2 | 0,1  | 3,4  |
| 40 | 80   | 2  | 102  | 2,1      | 9,8  | 6,6 | 2,1 | 0,1  | 3,3  | 2,2              | 9,8  | 6,9 | 2,1 | 0,1  | 3,4  |
| 45 | 45   | 0  | 64   | 2,2      | 9,7  | 6,6 | 2   | 0    | 3    | 2,1              | 9,6  | 6,8 | 2,1 | 0    | 3,1  |
| 45 | 67,5 | 0  | 81   | 1,4      | 9,7  | 6,6 | 1,9 | 0,1  | 3,6  | 1,4              | 9,7  | 6,8 | 2,1 | 0,1  | 3,5  |
| 45 | 90   | 0  | 86   | 2,5      | 9,7  | 6,8 | 1,6 | 0,4  | 3,2  | 2,5              | 9,7  | 7   | 1,7 | 0,2  | 3,3  |
| 45 | 45   | 1  | 64   | 2,1      | 9,7  | 6,4 | 2,1 | 0    | 3    | 2,1              | 9,7  | 6,7 | 2,2 | 0    | 3,1  |
| 45 | 67,5 | 1  | 81   | 1,4      | 9,7  | 6,5 | 2   | 0,1  | 3,6  | 1,4              | 9,7  | 6,7 | 2,1 | 0,1  | 3,5  |
| 45 | 90   | 1  | 86   | 2,4      | 9,7  | 6,7 | 1,7 | 0,4  | 3,2  | 2,4              | 9,7  | 6,9 | 1,8 | 0,2  | 3,3  |
| 45 | 45   | 2  | 64   | 2,1      | 9,7  | 6,3 | 2,3 | 0    | 3    | 2                | 9,7  | 6,6 | 2,4 | 0    | 3,1  |
| 45 | 67,5 | 2  | 81   | 1,4      | 9,7  | 6,3 | 2,2 | 0,1  | 3,6  | 1,4              | 9,7  | 6,6 | 2,3 | 0,1  | 3,5  |
| 45 | 90   | 2  | 86   | 2,2      | 9,7  | 6,4 | 2   | 0,4  | 3,2  | 2,3              | 9,7  | 6,7 | 2,1 | 0,2  | 3,3  |
| 50 | 50   | 0  | 58   | 2,3      | 9,8  | 6,7 | 2   | 0,1  | 2,8  | 2,3              | 9,8  | 6,9 | 2,1 | 0,1  | 3,1  |
| 50 | 75   | 0  | 65   | 1,8      | 9,7  | 6,7 | 1,8 | 0,4  | 3,2  | 1,8              | 9,7  | 6,9 | 2   | 0,3  | 3,2  |
| 50 | 100  | 0  | 74   | 2,6      | 9,8  | 7   | 1,4 | 0,1  | 3,5  | 2,6              | 9,8  | 7,3 | 1,5 | 0,1  | 3,4  |
| 50 | 50   | 1  | 58   | 2,2      | 9,8  | 6,6 | 2,1 | 0,1  | 2,8  | 2,2              | 9,8  | 6,9 | 2,2 | 0,1  | 3,1  |
| 50 | 75   | 1  | 65   | 1,8      | 9,8  | 6,6 | 1,9 | 0,4  | 3,2  | 1,8              | 9,7  | 6,8 | 2,1 | 0,3  | 3,2  |
| 50 | 100  | 1  | 74   | 2,5      | 9,8  | 6,9 | 1,5 | 0,1  | 3,5  | 2,5              | 9,8  | 7,1 | 1,7 | 0,1  | 3,4  |
| 50 | 50   | 2  | 58   | 2,2      | 9,8  | 6,5 | 2,4 | 0,1  | 2,8  | 2,1              | 9,8  | 6,7 | 2,4 | 0,1  | 3,1  |
| 50 | 75   | 2  | 65   | 1,8      | 9,8  | 6,4 | 2,2 | 0,4  | 3,2  | 1,8              | 9,7  | 6,6 | 2,3 | 0,3  | 3,2  |
| 50 | 100  | 2  | 74   | 2,3      | 9,8  | 6,7 | 2   | 0,1  | 3,5  | 2,4              | 9,8  | 6,9 | 2   | 0,1  | 3,4  |

Tabelle 8.17: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Seminar (2001); Vergleich AgLeader/Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | CYRoh | CYFil | MDRoh | MDFil | SDRoh | SDFil |
|----|------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | 5    | 0  | 1379 | 0,7   | 0,7   | -0,3  | -0,3  | 1     | 0,7   |
| 5  | 7,5  | 0  | 1885 | 0,8   | 0,7   | -0,1  | -0,1  | 1,2   | 0,7   |
| 5  | 10   | 0  | 2222 | 0,8   | 0,8   | 0     | 0     | 1,2   | 0,7   |
| 5  | 5    | 1  | 1379 | 0,7   | 0,7   | -0,3  | -0,3  | 1,1   | 0,8   |
| 5  | 7,5  | 1  | 1885 | 0,8   | 0,7   | -0,1  | -0,1  | 1,3   | 0,8   |
| 5  | 10   | 1  | 2222 | 0,8   | 0,8   | 0     | 0     | 1,3   | 0,7   |
| 5  | 5    | 2  | 1379 | 0,7   | 0,6   | -0,3  | -0,3  | 1,2   | 0,8   |
| 5  | 7,5  | 2  | 1885 | 0,7   | 0,7   | -0,1  | -0,1  | 1,5   | 0,9   |
| 5  | 10   | 2  | 2222 | 0,8   | 0,7   | 0     | 0     | 1,5   | 0,9   |
| 10 | 10   | 0  | 547  | 0,8   | 0,7   | 0     | 0     | 1,2   | 0,7   |
| 10 | 15   | 0  | 650  | 0,9   | 0,8   | 0,1   | 0,1   | 1,1   | 0,6   |
| 10 | 20   | 0  | 723  | 0,9   | 0,8   | 0,2   | 0,2   | 1     | 0,5   |
| 10 | 10   | 1  | 547  | 0,8   | 0,7   | 0     | 0     | 1,3   | 0,7   |
| 10 | 15   | 1  | 650  | 0,9   | 0,8   | 0,1   | 0,1   | 1,2   | 0,7   |
| 10 | 20   | 1  | 723  | 0,9   | 0,8   | 0,2   | 0,2   | 1,1   | 0,6   |
| 10 | 10   | 2  | 547  | 0,8   | 0,7   | 0     | 0     | 1,5   | 0,8   |
| 10 | 15   | 2  | 650  | 0,8   | 0,7   | 0,1   | 0,1   | 1,5   | 0,8   |
| 10 | 20   | 2  | 723  | 0,8   | 0,8   | 0,2   | 0,2   | 1,5   | 0,8   |
| 15 | 15   | 0  | 289  | 0,9   | 0,8   | 0,1   | 0,1   | 1,1   | 0,7   |
| 15 | 22,5 | 0  | 334  | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 1     | 0,5   |
| 15 | 30   | 0  | 383  | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 1     | 0,5   |
| 15 | 15   | 1  | 289  | 0,9   | 0,8   | 0,1   | 0,1   | 1,2   | 0,7   |
| 15 | 22,5 | 1  | 334  | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 1,1   | 0,5   |
| 15 | 30   | 1  | 383  | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 1,1   | 0,5   |
| 15 | 15   | 2  | 289  | 0,8   | 0,7   | 0,1   | 0,1   | 1,5   | 0,8   |
| 15 | 22,5 | 2  | 334  | 0,8   | 0,8   | 0,2   | 0,2   | 1,5   | 0,7   |
| 15 | 30   | 2  | 383  | 0,8   | 0,8   | 0,3   | 0,3   | 1,4   | 0,7   |
| 20 | 20   | 0  | 185  | 0,9   | 0,9   | 0,2   | 0,2   | 1,1   | 0,5   |
| 20 | 30   | 0  | 212  | 0,9   | 0,8   | 0,3   | 0,3   | 1     | 0,5   |
| 20 | 40   | 0  | 241  | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 0,9   | 0,4   |
| 20 | 20   | 1  | 185  | 0,9   | 0,8   | 0,2   | 0,2   | 1,2   | 0,6   |
| 20 | 30   | 1  | 212  | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 1     | 0,5   |
| 20 | 40   | 1  | 241  | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 1     | 0,4   |
| 20 | 20   | 2  | 185  | 0,8   | 0,8   | 0,2   | 0,2   | 1,5   | 0,8   |
| 20 | 30   | 2  | 212  | 0,8   | 0,8   | 0,3   | 0,3   | 1,4   | 0,8   |
| 20 | 40   | 2  | 241  | 0,8   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,3   | 0,7   |
| 25 | 25   | 0  | 125  | 0,9   | 0,8   | 0,3   | 0,3   | 1     | 0,5   |
| 25 | 37,5 | 0  | 152  | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 0,9   | 0,4   |
| 25 | 50   | 0  | 176  | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,4   |
| 25 | 25   | 1  | 125  | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 1,1   | 0,6   |
| 25 | 37,5 | 1  | 152  | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 1     | 0,5   |
| 25 | 50   | 1  | 176  | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 0,9   | 0,4   |
| 25 | 25   | 2  | 125  | 0,8   | 0,8   | 0,2   | 0,2   | 1,4   | 0,9   |
| 25 | 37,5 | 2  | 152  | 0,8   | 0,8   | 0,3   | 0,3   | 1,3   | 0,8   |
| 25 | 50   | 2  | 176  | 0,8   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,2   | 0,8   |
| 30 | 30   | 0  | 97   | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 0,9   | 0,4   |
| 30 | 45   | 0  | 111  | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 0,9   | 0,3   |
| 30 | 60   | 0  | 137  | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,4   |
| 30 | 30   | 1  | 97   | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 1,1   | 0,5   |
| 30 | 45   | 1  | 111  | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 1     | 0,4   |
| 30 | 60   | 1  | 137  | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,4   |
| 30 | 30   | 2  | 97   | 0,8   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,6   | 0,7   |
| 30 | 45   | 2  | 111  | 0,8   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,4   | 0,6   |
| 30 | 60   | 2  | 137  | 0,8   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 1,4   | 0,6   |
| 35 | 35   | 0  | 71   | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 0,9   | 0,4   |
| 35 | 52,5 | 0  | 92   | 0,9   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,5   |
| 35 | 70   | 0  | 109  | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,4   |
| 35 | 35   | 1  | 71   | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 1     | 0,4   |
| 35 | 52,5 | 1  | 92   | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,5   |
| 35 | 70   | 1  | 109  | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,4   |
| 35 | 35   | 2  | 71   | 0,8   | 0,8   | 0,2   | 0,2   | 1,3   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 2  | 92   | 0,9   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,2   | 0,7   |
| 35 | 70   | 2  | 109  | 0,9   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,2   | 0,6   |
| 40 | 40   | 0  | 60   | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 0,9   | 0,4   |
| 40 | 60   | 0  | 77   | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,3   |
| 40 | 80   | 0  | 93   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,4   |
| 40 | 40   | 1  | 60   | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 1     | 0,5   |
| 40 | 60   | 1  | 77   | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,4   |
| 40 | 80   | 1  | 93   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,8   | 0,4   |
| 40 | 40   | 2  | 60   | 0,8   | 0,7   | 0,4   | 0,4   | 1,5   | 0,9   |
| 40 | 60   | 2  | 77   | 0,8   | 0,7   | 0,5   | 0,5   | 1,3   | 0,7   |
| 40 | 80   | 2  | 93   | 0,8   | 0,7   | 0,6   | 0,6   | 1,2   | 0,7   |
| 45 | 45   | 0  | 51   | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,3   |
| 45 | 67,5 | 0  | 70   | 0,9   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,4   |
| 45 | 90   | 0  | 78   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,3   |
| 45 | 45   | 1  | 51   | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 1     | 0,4   |
| 45 | 67,5 | 1  | 70   | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,4   |
| 45 | 90   | 1  | 78   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,8   | 0,3   |
| 45 | 45   | 2  | 51   | 0,8   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 1,4   | 0,6   |
| 45 | 67,5 | 2  | 70   | 0,8   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 1,2   | 0,6   |
| 45 | 90   | 2  | 78   | 0,8   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 1,1   | 0,5   |
| 50 | 50   | 0  | 43   | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 0,9   | 0,4   |
| 50 | 75   | 0  | 58   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,4   |
| 50 | 100  | 0  | 65   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,2   |
| 50 | 50   | 1  | 43   | 0,9   | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 0,9   | 0,4   |
| 50 | 75   | 1  | 58   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,8   | 0,4   |
| 50 | 100  | 1  | 65   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,2   |
| 50 | 50   | 2  | 43   | 0,9   | 0,9   | 0,3   | 0,3   | 1,2   | 0,6   |
| 50 | 75   | 2  | 58   | 0,9   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 1,1   | 0,5   |
| 50 | 100  | 2  | 65   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 1     | 0,4   |

Tabelle 8.18: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Allee (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | CYRoh | CYFil | MDRoh | MDFil | SDRoh | SDFil |
|----|------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | 5    | 0  | 3800 | 0,6   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,1   | 0,8   |
| 5  | 7,5  | 0  | 5339 | 0,7   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,1   | 0,8   |
| 5  | 10   | 0  | 6080 | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1     | 0,8   |
| 5  | 5    | 1  | 3800 | 0,6   | 0,7   | 0,4   | 0,4   | 1,2   | 0,9   |
| 5  | 7,5  | 1  | 5339 | 0,7   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,2   | 0,9   |
| 5  | 10   | 1  | 6080 | 0,7   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,1   | 0,8   |
| 5  | 5    | 2  | 3800 | 0,6   | 0,7   | 0,4   | 0,4   | 1,4   | 0,9   |
| 5  | 7,5  | 2  | 5339 | 0,6   | 0,7   | 0,4   | 0,4   | 1,4   | 1     |
| 5  | 10   | 2  | 6080 | 0,7   | 0,7   | 0,5   | 0,5   | 1,4   | 1     |
| 10 | 10   | 0  | 1522 | 0,7   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1     | 0,8   |
| 10 | 15   | 0  | 1681 | 0,8   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,7   |
| 10 | 20   | 0  | 1773 | 0,8   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,6   |
| 10 | 10   | 1  | 1522 | 0,7   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,2   | 0,9   |
| 10 | 15   | 1  | 1681 | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,1   | 0,8   |
| 10 | 20   | 1  | 1773 | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1     | 0,7   |
| 10 | 10   | 2  | 1522 | 0,5   | 0,7   | 0,5   | 0,5   | 1,8   | 1     |
| 10 | 15   | 2  | 1681 | 0,6   | 0,7   | 0,5   | 0,5   | 1,7   | 0,9   |
| 10 | 20   | 2  | 1773 | 0,5   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,6   | 0,8   |
| 15 | 15   | 0  | 748  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,7   |
| 15 | 22,5 | 0  | 807  | 0,8   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,6   |
| 15 | 30   | 0  | 866  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,6   |
| 15 | 15   | 1  | 748  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1     | 0,8   |
| 15 | 22,5 | 1  | 807  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,7   |
| 15 | 30   | 1  | 866  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,6   |
| 15 | 15   | 2  | 748  | 0,7   | 0,7   | 0,5   | 0,5   | 1,3   | 0,9   |
| 15 | 22,5 | 2  | 807  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,2   | 0,8   |
| 15 | 30   | 2  | 866  | 0,6   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,2   | 0,8   |
| 20 | 20   | 0  | 443  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,6   |
| 20 | 30   | 0  | 488  | 0,8   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,5   |
| 20 | 40   | 0  | 529  | 0,7   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,5   |
| 20 | 20   | 1  | 443  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,7   |
| 20 | 30   | 1  | 488  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,6   |
| 20 | 40   | 1  | 529  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,8   | 0,5   |
| 20 | 20   | 2  | 443  | 0,7   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1,1   | 0,8   |
| 20 | 30   | 2  | 488  | 0,7   | 0,8   | 0,4   | 0,4   | 1     | 0,8   |
| 20 | 40   | 2  | 529  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1     | 0,7   |
| 25 | 25   | 0  | 298  | 0,8   | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,6   |
| 25 | 37,5 | 0  | 331  | 0,8   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,5   |
| 25 | 50   | 0  | 367  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,5   |
| 25 | 25   | 1  | 298  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,6   |
| 25 | 37,5 | 1  | 331  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,5   |
| 25 | 50   | 1  | 367  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,5   |
| 25 | 25   | 2  | 298  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,1   | 0,8   |
| 25 | 37,5 | 2  | 331  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,1   | 0,7   |
| 25 | 50   | 2  | 367  | 0,6   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1     | 0,7   |
| 30 | 30   | 0  | 221  | 0,8   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,6   |
| 30 | 45   | 0  | 243  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,6   | 0,5   |
| 30 | 60   | 0  | 274  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,4   |
| 30 | 30   | 1  | 221  | 0,8   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,6   |
| 30 | 45   | 1  | 243  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,5   |
| 30 | 60   | 1  | 274  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,4   |
| 30 | 30   | 2  | 221  | 0,7   | 0,7   | 0,5   | 0,5   | 1     | 0,8   |
| 30 | 45   | 2  | 243  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,7   |
| 30 | 60   | 2  | 274  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,6   |
| 35 | 35   | 0  | 164  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,5   |
| 35 | 52,5 | 0  | 188  | 0,7   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,4   |
| 35 | 70   | 0  | 210  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,5   |
| 35 | 35   | 1  | 164  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,8   | 0,6   |
| 35 | 52,5 | 1  | 188  | 0,7   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,5   |
| 35 | 70   | 1  | 210  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,5   |
| 35 | 35   | 2  | 164  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 1,1   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 2  | 188  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 1     | 0,7   |
| 35 | 70   | 2  | 210  | 0,6   | 0,7   | 0,6   | 0,6   | 1     | 0,7   |
| 40 | 40   | 0  | 130  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,5   |
| 40 | 60   | 0  | 149  | 0,7   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,4   |
| 40 | 80   | 0  | 169  | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,5   | 0,4   |
| 40 | 40   | 1  | 130  | 0,7   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 0,8   | 0,6   |
| 40 | 60   | 1  | 149  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,4   |
| 40 | 80   | 1  | 169  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,4   |
| 40 | 40   | 2  | 130  | 0,6   | 0,7   | 0,4   | 0,4   | 1     | 0,8   |
| 40 | 60   | 2  | 149  | 0,6   | 0,7   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,7   |
| 40 | 80   | 2  | 169  | 0,6   | 0,7   | 0,5   | 0,5   | 0,9   | 0,7   |
| 45 | 45   | 0  | 111  | 0,7   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,4   |
| 45 | 67,5 | 0  | 126  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,4   |
| 45 | 90   | 0  | 141  | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,5   | 0,4   |
| 45 | 45   | 1  | 111  | 0,7   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,8   | 0,5   |
| 45 | 67,5 | 1  | 126  | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,4   |
| 45 | 90   | 1  | 141  | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,5   | 0,4   |
| 45 | 45   | 2  | 111  | 0,6   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,1   | 0,7   |
| 45 | 67,5 | 2  | 126  | 0,6   | 0,8   | 0,5   | 0,5   | 1,1   | 0,7   |
| 45 | 90   | 2  | 141  | 0,6   | 0,7   | 0,6   | 0,6   | 1     | 0,6   |
| 50 | 50   | 0  | 90   | 0,7   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,4   |
| 50 | 75   | 0  | 107  | 0,8   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,5   | 0,4   |
| 50 | 100  | 0  | 117  | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,4   | 0,3   |
| 50 | 50   | 1  | 90   | 0,7   | 0,9   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,5   |
| 50 | 75   | 1  | 107  | 0,8   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 0,5   | 0,4   |
| 50 | 100  | 1  | 117  | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,5   | 0,3   |
| 50 | 50   | 2  | 90   | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,6   | 1,2   | 0,7   |
| 50 | 75   | 2  | 107  | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 1     | 0,6   |
| 50 | 100  | 2  | 117  | 0,6   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,9   | 0,6   |

Tabelle 8.19: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Bahndamm (2002); Vergleich AgLeader/ Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | CYRoh | CYFil | MDRoh | MDFil | SDRoh | SDFil |
|----|------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | 5    | 0  | 771  | 0,4   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 1,3   | 1     |
| 5  | 7,5  | 0  | 1278 | 0,4   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 1,2   | 1     |
| 5  | 10   | 0  | 1548 | 0,4   | 0,3   | -0,1  | -0,1  | 1,2   | 1     |
| 5  | 5    | 1  | 771  | 0,4   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 1,3   | 1     |
| 5  | 7,5  | 1  | 1278 | 0,4   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 1,3   | 1,1   |
| 5  | 10   | 1  | 1548 | 0,4   | 0,3   | -0,1  | -0,1  | 1,3   | 1,1   |
| 5  | 5    | 2  | 771  | 0,3   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 1,4   | 1,1   |
| 5  | 7,5  | 2  | 1278 | 0,3   | 0,3   | -0,2  | -0,2  | 1,6   | 1,1   |
| 5  | 10   | 2  | 1548 | 0,3   | 0,3   | -0,1  | -0,1  | 1,7   | 1,2   |
| 10 | 10   | 0  | 383  | 0,4   | 0,3   | -0,2  | -0,2  | 1,2   | 1     |
| 10 | 15   | 0  | 448  | 0,4   | 0,4   | -0,1  | -0,1  | 1,1   | 0,9   |
| 10 | 20   | 0  | 501  | 0,5   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 0,9   | 0,9   |
| 10 | 10   | 1  | 383  | 0,4   | 0,3   | -0,1  | -0,1  | 1,3   | 1,1   |
| 10 | 15   | 1  | 448  | 0,4   | 0,4   | -0,1  | -0,1  | 1,2   | 1     |
| 10 | 20   | 1  | 501  | 0,5   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 1,1   | 0,9   |
| 10 | 10   | 2  | 383  | 0,4   | 0,3   | -0,1  | -0,1  | 1,5   | 1,2   |
| 10 | 15   | 2  | 448  | 0,4   | 0,3   | -0,1  | -0,1  | 1,5   | 1,1   |
| 10 | 20   | 2  | 501  | 0,4   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 1,4   | 1,1   |
| 15 | 15   | 0  | 202  | 0,5   | 0,4   | -0,1  | -0,1  | 1,1   | 0,9   |
| 15 | 22,5 | 0  | 231  | 0,5   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 0,9   | 0,8   |
| 15 | 30   | 0  | 260  | 0,5   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,7   | 0,7   |
| 15 | 15   | 1  | 202  | 0,4   | 0,4   | -0,1  | -0,1  | 1,2   | 1     |
| 15 | 22,5 | 1  | 231  | 0,4   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 1,1   | 0,9   |
| 15 | 30   | 1  | 260  | 0,5   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,9   | 0,8   |
| 15 | 15   | 2  | 202  | 0,3   | 0,3   | -0,1  | -0,1  | 1,5   | 1,1   |
| 15 | 22,5 | 2  | 231  | 0,3   | 0,3   | -0,2  | -0,2  | 1,5   | 1,1   |
| 15 | 30   | 2  | 260  | 0,3   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 1,4   | 1     |
| 20 | 20   | 0  | 126  | 0,5   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 0,9   | 0,9   |
| 20 | 30   | 0  | 149  | 0,5   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 0,8   | 0,8   |
| 20 | 40   | 0  | 167  | 0,6   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,7   |
| 20 | 20   | 1  | 126  | 0,4   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 1     | 0,9   |
| 20 | 30   | 1  | 149  | 0,5   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,9   | 0,9   |
| 20 | 40   | 1  | 167  | 0,5   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,8   | 0,7   |
| 20 | 20   | 2  | 126  | 0,4   | 0,3   | -0,2  | -0,2  | 1,4   | 1,1   |
| 20 | 30   | 2  | 149  | 0,4   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 1,4   | 1     |
| 20 | 40   | 2  | 167  | 0,4   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 1,2   | 0,9   |
| 25 | 25   | 0  | 87   | 0,4   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 0,9   | 0,8   |
| 25 | 37,5 | 0  | 102  | 0,6   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,7   | 0,7   |
| 25 | 50   | 0  | 121  | 0,5   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,7   |
| 25 | 25   | 1  | 87   | 0,3   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 1,2   | 0,9   |
| 25 | 37,5 | 1  | 102  | 0,4   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,9   | 0,7   |
| 25 | 50   | 1  | 121  | 0,4   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,8   | 0,7   |
| 25 | 25   | 2  | 87   | 0,1   | 0,3   | -0,5  | -0,5  | 2,4   | 1,1   |
| 25 | 37,5 | 2  | 102  | 0,1   | 0,4   | -0,6  | -0,6  | 2,1   | 1     |
| 25 | 50   | 2  | 121  | 0,1   | 0,4   | -0,6  | -0,6  | 1,9   | 0,9   |
| 30 | 30   | 0  | 68   | 0,6   | 0,5   | -0,3  | -0,3  | 0,7   | 0,7   |
| 30 | 45   | 0  | 78   | 0,5   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,7   |
| 30 | 60   | 0  | 91   | 0,5   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,6   |
| 30 | 30   | 1  | 68   | 0,5   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,9   | 0,8   |
| 30 | 45   | 1  | 78   | 0,5   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,7   | 0,8   |
| 30 | 60   | 1  | 91   | 0,5   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,6   | 0,6   |
| 30 | 30   | 2  | 68   | 0,4   | 0,4   | -0,2  | -0,2  | 1,3   | 1     |
| 30 | 45   | 2  | 78   | 0,3   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 1,2   | 1     |
| 30 | 60   | 2  | 91   | 0,3   | 0,3   | -0,4  | -0,4  | 1,1   | 0,8   |
| 35 | 35   | 0  | 52   | 0,6   | 0,5   | -0,3  | -0,3  | 0,7   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 0  | 66   | 0,3   | 0,2   | -0,4  | -0,4  | 0,7   | 0,8   |
| 35 | 70   | 0  | 74   | 0,4   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,5   |
| 35 | 35   | 1  | 52   | 0,6   | 0,5   | -0,3  | -0,3  | 0,8   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 1  | 66   | 0,4   | 0,2   | -0,4  | -0,4  | 0,8   | 0,8   |
| 35 | 70   | 1  | 74   | 0,5   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,6   | 0,6   |
| 35 | 35   | 2  | 52   | 0,4   | 0,5   | -0,3  | -0,3  | 1,3   | 0,8   |
| 35 | 52,5 | 2  | 66   | 0,3   | 0,3   | -0,4  | -0,4  | 1,2   | 0,9   |
| 35 | 70   | 2  | 74   | 0,3   | 0,5   | -0,4  | -0,4  | 1,1   | 0,7   |
| 40 | 40   | 0  | 43   | 0,5   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,7   |
| 40 | 60   | 0  | 53   | 0,5   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,5   | 0,6   |
| 40 | 80   | 0  | 62   | 0,3   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,5   |
| 40 | 40   | 1  | 43   | 0,5   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,8   | 0,7   |
| 40 | 60   | 1  | 53   | 0,5   | 0,3   | -0,4  | -0,4  | 0,6   | 0,7   |
| 40 | 80   | 1  | 62   | 0,4   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,6   | 0,6   |
| 40 | 40   | 2  | 43   | 0,4   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 0,8   |
| 40 | 60   | 2  | 53   | 0,4   | 0,4   | -0,6  | -0,6  | 1,1   | 0,8   |
| 40 | 80   | 2  | 62   | 0,4   | 0,4   | -0,7  | -0,7  | 1,1   | 0,7   |
| 45 | 45   | 0  | 35   | 0,6   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,7   |
| 45 | 67,5 | 0  | 46   | 0,3   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,6   | 0,5   |
| 45 | 90   | 0  | 51   | 0,4   | 0,2   | -0,2  | -0,2  | 0,4   | 0,5   |
| 45 | 45   | 1  | 35   | 0,6   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 0,7   | 0,7   |
| 45 | 67,5 | 1  | 46   | 0,4   | 0,4   | -0,4  | -0,4  | 0,7   | 0,6   |
| 45 | 90   | 1  | 51   | 0,5   | 0,2   | -0,3  | -0,3  | 0,5   | 0,6   |
| 45 | 45   | 2  | 35   | 0,6   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 1     | 0,9   |
| 45 | 67,5 | 2  | 46   | 0,4   | 0,3   | -0,5  | -0,5  | 1     | 0,8   |
| 45 | 90   | 2  | 51   | 0,5   | 0,2   | -0,3  | -0,3  | 0,8   | 0,7   |
| 50 | 50   | 0  | 30   | 0,6   | 0,5   | -0,3  | -0,3  | 0,6   | 0,6   |
| 50 | 75   | 0  | 37   | 0,4   | 0,2   | -0,3  | -0,3  | 0,4   | 0,5   |
| 50 | 100  | 0  | 43   | 0,4   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,4   | 0,5   |
| 50 | 50   | 1  | 30   | 0,5   | 0,5   | -0,3  | -0,3  | 0,7   | 0,6   |
| 50 | 75   | 1  | 37   | 0,5   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,5   | 0,6   |
| 50 | 100  | 1  | 43   | 0,3   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,5   | 0,5   |
| 50 | 50   | 2  | 30   | 0,4   | 0,4   | -0,3  | -0,3  | 1     | 0,8   |
| 50 | 75   | 2  | 37   | 0,3   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,8   | 0,7   |
| 50 | 100  | 2  | 43   | 0,2   | 0,3   | -0,3  | -0,3  | 0,8   | 0,7   |

Tabelle 8.20: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Lukas (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | CYRoh | CYFil | MDRoh | MDFil | SDRoh | SDFil |
|----|------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | 5    | 0  | 864  | 0,7   | 0,6   | -1    | -1    | 1,2   | 0,8   |
| 5  | 7,5  | 0  | 1202 | 0,7   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,2   | 0,8   |
| 5  | 10   | 0  | 1456 | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,1   | 0,7   |
| 5  | 5    | 1  | 864  | 0,6   | 0,6   | -1    | -1    | 1,3   | 0,8   |
| 5  | 7,5  | 1  | 1202 | 0,7   | 0,5   | -0,7  | -0,7  | 1,3   | 0,9   |
| 5  | 10   | 1  | 1456 | 0,7   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,2   | 0,8   |
| 5  | 5    | 2  | 864  | 0,5   | 0,5   | -1    | -1    | 1,7   | 0,9   |
| 5  | 7,5  | 2  | 1202 | 0,5   | 0,5   | -0,7  | -0,7  | 1,7   | 1     |
| 5  | 10   | 2  | 1456 | 0,5   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,7   | 1     |
| 10 | 10   | 0  | 362  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,1   | 0,7   |
| 10 | 15   | 0  | 453  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 0,8   | 0,6   |
| 10 | 20   | 0  | 519  | 0,8   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 0,7   | 0,5   |
| 10 | 10   | 1  | 362  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,2   | 0,8   |
| 10 | 15   | 1  | 453  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1     | 0,7   |
| 10 | 20   | 1  | 519  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 0,8   | 0,6   |
| 10 | 10   | 2  | 362  | 0,6   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,6   | 0,9   |
| 10 | 15   | 2  | 453  | 0,5   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,5   | 0,8   |
| 10 | 20   | 2  | 519  | 0,5   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,4   | 0,8   |
| 15 | 15   | 0  | 203  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 0,8   | 0,6   |
| 15 | 22,5 | 0  | 245  | 0,8   | 0,8   | -0,6  | -0,6  | 0,6   | 0,4   |
| 15 | 30   | 0  | 294  | 0,8   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,4   |
| 15 | 15   | 1  | 203  | 0,6   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1     | 0,7   |
| 15 | 22,5 | 1  | 245  | 0,7   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 0,8   | 0,5   |
| 15 | 30   | 1  | 294  | 0,8   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 0,7   | 0,5   |
| 15 | 15   | 2  | 203  | 0,4   | 0,5   | -0,7  | -0,7  | 1,7   | 0,8   |
| 15 | 22,5 | 2  | 245  | 0,4   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,5   | 0,8   |
| 15 | 30   | 2  | 294  | 0,5   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 0,8   |
| 20 | 20   | 0  | 128  | 0,8   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 0,7   | 0,5   |
| 20 | 30   | 0  | 166  | 0,8   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,4   |
| 20 | 40   | 0  | 195  | 0,8   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,4   |
| 20 | 20   | 1  | 128  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 0,8   | 0,6   |
| 20 | 30   | 1  | 166  | 0,8   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 0,6   | 0,5   |
| 20 | 40   | 1  | 195  | 0,8   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 0,6   | 0,4   |
| 20 | 20   | 2  | 128  | 0,6   | 0,5   | -0,5  | -0,5  | 1,3   | 0,8   |
| 20 | 30   | 2  | 166  | 0,6   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,1   | 0,7   |
| 20 | 40   | 2  | 195  | 0,6   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1     | 0,7   |
| 25 | 25   | 0  | 96   | 0,8   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 0,6   | 0,5   |
| 25 | 37,5 | 0  | 121  | 0,8   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,4   |
| 25 | 50   | 0  | 149  | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 25 | 25   | 1  | 96   | 0,8   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 0,7   | 0,5   |
| 25 | 37,5 | 1  | 121  | 0,8   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 0,6   | 0,5   |
| 25 | 50   | 1  | 149  | 0,8   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,4   |
| 25 | 25   | 2  | 96   | 0,6   | 0,7   | -0,8  | -0,8  | 1,1   | 0,6   |
| 25 | 37,5 | 2  | 121  | 0,6   | 0,7   | -0,8  | -0,8  | 1     | 0,6   |
| 25 | 50   | 2  | 149  | 0,6   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 0,9   | 0,5   |
| 30 | 30   | 0  | 68   | 0,8   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,3   |
| 30 | 45   | 0  | 98   | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,5   | 0,3   |
| 30 | 60   | 0  | 121  | 0,9   | 0,9   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 30 | 30   | 1  | 68   | 0,8   | 0,8   | -0,6  | -0,6  | 0,6   | 0,4   |
| 30 | 45   | 1  | 98   | 0,8   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,6   | 0,4   |
| 30 | 60   | 1  | 121  | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,5   | 0,3   |
| 30 | 30   | 2  | 68   | 0,6   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 1,3   | 0,5   |
| 30 | 45   | 2  | 98   | 0,6   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 1,1   | 0,5   |
| 30 | 60   | 2  | 121  | 0,7   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 1     | 0,5   |
| 35 | 35   | 0  | 60   | 0,8   | 0,9   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,3   |
| 35 | 52,5 | 0  | 78   | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,4   |
| 35 | 70   | 0  | 103  | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 35 | 35   | 1  | 60   | 0,8   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,6   | 0,4   |
| 35 | 52,5 | 1  | 78   | 0,8   | 0,7   | -0,4  | -0,4  | 0,5   | 0,4   |
| 35 | 70   | 1  | 103  | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 35 | 35   | 2  | 60   | 0,6   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 1,1   | 0,6   |
| 35 | 52,5 | 2  | 78   | 0,6   | 0,7   | -0,4  | -0,4  | 1     | 0,6   |
| 35 | 70   | 2  | 103  | 0,7   | 0,7   | -0,4  | -0,4  | 0,8   | 0,5   |
| 40 | 40   | 0  | 49   | 0,8   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,4   |
| 40 | 60   | 0  | 72   | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 40 | 80   | 0  | 84   | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,3   | 0,3   |
| 40 | 40   | 1  | 49   | 0,7   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,7   | 0,4   |
| 40 | 60   | 1  | 72   | 0,8   | 0,7   | -0,4  | -0,4  | 0,6   | 0,4   |
| 40 | 80   | 1  | 84   | 0,7   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,5   | 0,3   |
| 40 | 40   | 2  | 49   | 0,6   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 0,8   |
| 40 | 60   | 2  | 72   | 0,6   | 0,6   | -0,5  | -0,5  | 1,1   | 0,7   |
| 40 | 80   | 2  | 84   | 0,6   | 0,6   | -0,4  | -0,4  | 1     | 0,7   |
| 45 | 45   | 0  | 44   | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 45 | 67,5 | 0  | 59   | 0,9   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,3   | 0,3   |
| 45 | 90   | 0  | 74   | 0,9   | 0,9   | -0,4  | -0,4  | 0,3   | 0,2   |
| 45 | 45   | 1  | 44   | 0,8   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,4   |
| 45 | 67,5 | 1  | 59   | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 45 | 90   | 1  | 74   | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 45 | 45   | 2  | 44   | 0,6   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,2   | 0,8   |
| 45 | 67,5 | 2  | 59   | 0,6   | 0,6   | -0,5  | -0,5  | 1     | 0,6   |
| 45 | 90   | 2  | 74   | 0,7   | 0,6   | -0,5  | -0,5  | 0,9   | 0,6   |
| 50 | 50   | 0  | 37   | 0,8   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,3   |
| 50 | 75   | 0  | 52   | 0,8   | 0,7   | -0,4  | -0,4  | 0,3   | 0,3   |
| 50 | 100  | 0  | 67   | 0,9   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,2   | 0,2   |
| 50 | 50   | 1  | 37   | 0,8   | 0,8   | -0,5  | -0,5  | 0,5   | 0,4   |
| 50 | 75   | 1  | 52   | 0,8   | 0,7   | -0,4  | -0,4  | 0,4   | 0,4   |
| 50 | 100  | 1  | 67   | 0,9   | 0,8   | -0,4  | -0,4  | 0,3   | 0,3   |
| 50 | 50   | 2  | 37   | 0,7   | 0,6   | -0,8  | -0,8  | 1     | 0,6   |
| 50 | 75   | 2  | 52   | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 0,9   | 0,6   |
| 50 | 100  | 2  | 67   | 0,7   | 0,7   | -0,5  | -0,5  | 0,8   | 0,4   |

Tabelle 8.21: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Prielhof (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | CYRoh | CYFil | MDRoh | MDFil | SDRoh | SDFil |
|----|------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | 5    | 0  | 2690 | 0,7   | 0,6   | 1,3   | 1,3   | 1     | 0,7   |
| 5  | 7,5  | 0  | 3324 | 0,8   | 0,6   | 1,4   | 1,4   | 0,9   | 0,9   |
| 5  | 10   | 0  | 3606 | 0,8   | 0,6   | 1,5   | 1,5   | 0,9   | 0,8   |
| 5  | 5    | 1  | 2690 | 0,7   | 0,6   | 1,3   | 1,3   | 1     | 0,7   |
| 5  | 7,5  | 1  | 3324 | 0,8   | 0,6   | 1,4   | 1,4   | 1     | 0,9   |
| 5  | 10   | 1  | 3606 | 0,8   | 0,6   | 1,4   | 1,4   | 1     | 0,8   |
| 5  | 5    | 2  | 2690 | 0,7   | 0,6   | 1,3   | 1,3   | 1,2   | 0,8   |
| 5  | 7,5  | 2  | 3324 | 0,7   | 0,5   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1     |
| 5  | 10   | 2  | 3606 | 0,7   | 0,6   | 1,4   | 1,4   | 1,3   | 0,9   |
| 10 | 10   | 0  | 898  | 0,8   | 0,6   | 1,5   | 1,5   | 0,9   | 0,8   |
| 10 | 15   | 0  | 978  | 0,9   | 0,7   | 1,5   | 1,5   | 0,8   | 0,7   |
| 10 | 20   | 0  | 1054 | 0,9   | 0,8   | 1,6   | 1,6   | 0,8   | 0,6   |
| 10 | 10   | 1  | 898  | 0,8   | 0,6   | 1,4   | 1,4   | 1     | 0,9   |
| 10 | 15   | 1  | 978  | 0,8   | 0,7   | 1,5   | 1,5   | 0,9   | 0,7   |
| 10 | 20   | 1  | 1054 | 0,8   | 0,7   | 1,6   | 1,6   | 0,9   | 0,7   |
| 10 | 10   | 2  | 898  | 0,8   | 0,6   | 1,4   | 1,4   | 1,3   | 0,9   |
| 10 | 15   | 2  | 978  | 0,8   | 0,6   | 1,5   | 1,5   | 1,2   | 0,9   |
| 10 | 20   | 2  | 1054 | 0,8   | 0,7   | 1,6   | 1,6   | 1,2   | 0,8   |
| 15 | 15   | 0  | 436  | 0,9   | 0,7   | 1,5   | 1,5   | 0,8   | 0,6   |
| 15 | 22,5 | 0  | 483  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,8   | 0,6   |
| 15 | 30   | 0  | 530  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,7   | 0,5   |
| 15 | 15   | 1  | 436  | 0,8   | 0,7   | 1,5   | 1,5   | 0,9   | 0,7   |
| 15 | 22,5 | 1  | 483  | 0,8   | 0,8   | 1,6   | 1,6   | 0,9   | 0,6   |
| 15 | 30   | 1  | 530  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,8   | 0,5   |
| 15 | 15   | 2  | 436  | 0,7   | 0,6   | 1,5   | 1,5   | 1,3   | 0,9   |
| 15 | 22,5 | 2  | 483  | 0,8   | 0,7   | 1,6   | 1,6   | 1,2   | 0,8   |
| 15 | 30   | 2  | 530  | 0,8   | 0,7   | 1,7   | 1,7   | 1,2   | 0,7   |
| 20 | 20   | 0  | 268  | 0,9   | 0,8   | 1,6   | 1,6   | 0,8   | 0,6   |
| 20 | 30   | 0  | 299  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,7   | 0,5   |
| 20 | 40   | 0  | 331  | 0,9   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,5   |
| 20 | 20   | 1  | 268  | 0,9   | 0,8   | 1,6   | 1,6   | 0,8   | 0,7   |
| 20 | 30   | 1  | 299  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,8   | 0,5   |
| 20 | 40   | 1  | 331  | 0,9   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 0,7   | 0,5   |
| 20 | 20   | 2  | 268  | 0,7   | 0,7   | 1,5   | 1,5   | 1,3   | 0,8   |
| 20 | 30   | 2  | 299  | 0,7   | 0,7   | 1,7   | 1,7   | 1,2   | 0,7   |
| 20 | 40   | 2  | 331  | 0,8   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 1,1   | 0,6   |
| 25 | 25   | 0  | 182  | 0,9   | 0,8   | 1,6   | 1,6   | 0,7   | 0,6   |
| 25 | 37,5 | 0  | 206  | 0,9   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 0,7   | 0,5   |
| 25 | 50   | 0  | 230  | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,5   | 0,4   |
| 25 | 25   | 1  | 182  | 0,9   | 0,8   | 1,6   | 1,6   | 0,8   | 0,6   |
| 25 | 37,5 | 1  | 206  | 0,9   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 0,7   | 0,5   |
| 25 | 50   | 1  | 230  | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,4   |
| 25 | 25   | 2  | 182  | 0,8   | 0,7   | 1,6   | 1,6   | 1,2   | 0,8   |
| 25 | 37,5 | 2  | 206  | 0,8   | 0,7   | 1,7   | 1,7   | 1,2   | 0,7   |
| 25 | 50   | 2  | 230  | 0,8   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 1     | 0,6   |
| 30 | 30   | 0  | 136  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,8   | 0,5   |
| 30 | 45   | 0  | 155  | 0,9   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,4   |
| 30 | 60   | 0  | 176  | 0,9   | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,6   | 0,4   |
| 30 | 30   | 1  | 136  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,9   | 0,6   |
| 30 | 45   | 1  | 155  | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,5   |
| 30 | 60   | 1  | 176  | 0,9   | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,6   | 0,4   |
| 30 | 30   | 2  | 136  | 0,8   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 1,2   | 0,7   |
| 30 | 45   | 2  | 155  | 0,8   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 1     | 0,6   |
| 30 | 60   | 2  | 176  | 0,8   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 1     | 0,6   |
| 35 | 35   | 0  | 101  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,6   | 0,5   |
| 35 | 52,5 | 0  | 116  | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,5   | 0,4   |
| 35 | 70   | 0  | 128  | 1     | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 35 | 35   | 1  | 101  | 0,9   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,7   | 0,5   |
| 35 | 52,5 | 1  | 116  | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,4   |
| 35 | 70   | 1  | 128  | 0,9   | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 35 | 35   | 2  | 101  | 0,8   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 1,1   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 2  | 116  | 0,8   | 0,8   | 1,9   | 1,9   | 1     | 0,6   |
| 35 | 70   | 2  | 128  | 0,8   | 0,8   | 1,9   | 1,9   | 0,9   | 0,5   |
| 40 | 40   | 0  | 79   | 0,9   | 0,9   | 1,7   | 1,7   | 0,6   | 0,4   |
| 40 | 60   | 0  | 93   | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,5   | 0,4   |
| 40 | 80   | 0  | 104  | 1     | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 40 | 40   | 1  | 79   | 0,8   | 0,8   | 1,7   | 1,7   | 0,7   | 0,5   |
| 40 | 60   | 1  | 93   | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,4   |
| 40 | 80   | 1  | 104  | 0,9   | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 40 | 40   | 2  | 79   | 0,4   | 0,8   | 1,6   | 1,6   | 1,7   | 0,6   |
| 40 | 60   | 2  | 93   | 0,5   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 1,5   | 0,5   |
| 40 | 80   | 2  | 104  | 0,6   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 1,4   | 0,5   |
| 45 | 45   | 0  | 69   | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,4   |
| 45 | 67,5 | 0  | 80   | 0,9   | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 45 | 90   | 0  | 87   | 1     | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,4   | 0,3   |
| 45 | 45   | 1  | 69   | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,5   |
| 45 | 67,5 | 1  | 80   | 0,9   | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 45 | 90   | 1  | 87   | 1     | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,4   | 0,4   |
| 45 | 45   | 2  | 69   | 0,9   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 1     | 0,7   |
| 45 | 67,5 | 2  | 80   | 0,9   | 0,8   | 1,9   | 1,9   | 0,9   | 0,6   |
| 45 | 90   | 2  | 87   | 0,9   | 0,8   | 1,9   | 1,9   | 0,8   | 0,6   |
| 50 | 50   | 0  | 59   | 0,9   | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,6   | 0,4   |
| 50 | 75   | 0  | 67   | 1     | 0,8   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 50 | 100  | 0  | 74   | 1     | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,4   | 0,4   |
| 50 | 50   | 1  | 59   | 0,9   | 0,9   | 1,8   | 1,8   | 0,6   | 0,5   |
| 50 | 75   | 1  | 67   | 1     | 0,8   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 50 | 100  | 1  | 74   | 1     | 0,9   | 1,9   | 1,9   | 0,5   | 0,4   |
| 50 | 50   | 2  | 59   | 0,9   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 0,9   | 0,6   |
| 50 | 75   | 2  | 67   | 0,9   | 0,8   | 1,8   | 1,8   | 0,8   | 0,5   |
| 50 | 100  | 2  | 74   | 0,9   | 0,8   | 1,9   | 1,9   | 0,7   | 0,5   |



Tabelle 8.22: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Schlag1 (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | CYRoh | CYFil | MDRoh | MDFil | SDRoh | SDFil |
|----|------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | 5    | 0  | 2806 | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,9   | 0,6   |
| 5  | 7,5  | 0  | 3258 | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,6   |
| 5  | 10   | 0  | 3495 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,6   |
| 5  | 5    | 1  | 2806 | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,9   | 0,6   |
| 5  | 7,5  | 1  | 3258 | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,7   |
| 5  | 10   | 1  | 3495 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,7   |
| 5  | 5    | 2  | 2806 | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 1,1   | 0,7   |
| 5  | 7,5  | 2  | 3258 | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,2   | 0,8   |
| 5  | 10   | 2  | 3495 | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,2   | 0,7   |
| 10 | 10   | 0  | 873  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 10 | 15   | 0  | 971  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,6   |
| 10 | 20   | 0  | 1057 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 10 | 10   | 1  | 873  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,7   |
| 10 | 15   | 1  | 971  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,6   |
| 10 | 20   | 1  | 1057 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 10 | 10   | 2  | 873  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 10 | 15   | 2  | 971  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 10 | 20   | 2  | 1057 | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,8   |
| 15 | 15   | 0  | 433  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,6   |
| 15 | 22,5 | 0  | 486  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 15 | 30   | 0  | 547  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 15 | 15   | 1  | 433  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 15 | 22,5 | 1  | 486  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 15 | 30   | 1  | 547  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 15 | 15   | 2  | 433  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 15 | 22,5 | 2  | 486  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 15 | 30   | 2  | 547  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 20 | 20   | 0  | 266  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 20 | 30   | 0  | 307  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 20 | 40   | 0  | 349  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 20 | 20   | 1  | 266  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 20 | 30   | 1  | 307  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 20 | 40   | 1  | 349  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 20 | 20   | 2  | 266  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 20 | 30   | 2  | 307  | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 1     | 0,9   |
| 20 | 40   | 2  | 349  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,8   |
| 25 | 25   | 0  | 181  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 25 | 37,5 | 0  | 213  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 25 | 50   | 0  | 247  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   |
| 25 | 25   | 1  | 181  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 25 | 37,5 | 1  | 213  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 25 | 50   | 1  | 247  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 25 | 25   | 2  | 181  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 25 | 37,5 | 2  | 213  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,7   |
| 25 | 50   | 2  | 247  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,8   |
| 30 | 30   | 0  | 137  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,8   |
| 30 | 45   | 0  | 163  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 30 | 60   | 0  | 184  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   |
| 30 | 30   | 1  | 137  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,8   |
| 30 | 45   | 1  | 163  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 30 | 60   | 1  | 184  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 30 | 30   | 2  | 137  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,9   |
| 30 | 45   | 2  | 163  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,8   |
| 30 | 60   | 2  | 184  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,8   |
| 35 | 35   | 0  | 107  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 0  | 130  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,5   |
| 35 | 70   | 0  | 149  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 35 | 35   | 1  | 107  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 1  | 130  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 35 | 70   | 1  | 149  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 35 | 35   | 2  | 107  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,9   |
| 35 | 52,5 | 2  | 130  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,8   |
| 35 | 70   | 2  | 149  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,9   |
| 40 | 40   | 0  | 87   | 1     | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,6   | 0,6   |
| 40 | 60   | 0  | 107  | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,7   | 0,6   |
| 40 | 80   | 0  | 127  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,7   |
| 40 | 40   | 1  | 87   | 1     | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,6   |
| 40 | 60   | 1  | 107  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 40 | 80   | 1  | 127  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 40 | 40   | 2  | 87   | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   |
| 40 | 60   | 2  | 107  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,8   |
| 40 | 80   | 2  | 127  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,8   |
| 45 | 45   | 0  | 72   | 1     | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,7   |
| 45 | 67,5 | 0  | 90   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 45 | 90   | 0  | 104  | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,6   | 0,6   |
| 45 | 45   | 1  | 72   | 1     | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 45 | 67,5 | 1  | 90   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 45 | 90   | 1  | 104  | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,7   | 0,5   |
| 45 | 45   | 2  | 72   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   |
| 45 | 67,5 | 2  | 90   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,9   |
| 45 | 90   | 2  | 104  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,8   |
| 50 | 50   | 0  | 60   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   |
| 50 | 75   | 0  | 76   | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,6   | 0,5   |
| 50 | 100  | 0  | 87   | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,8   |
| 50 | 50   | 1  | 60   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 50 | 75   | 1  | 76   | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,7   | 0,5   |
| 50 | 100  | 1  | 87   | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 50 | 50   | 2  | 60   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,7   |
| 50 | 75   | 2  | 76   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   |
| 50 | 100  | 2  | 87   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,8   |

Tabelle 8.23: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Schlag1 (2002); Vergleich AgLeader/Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | CYRoh | CYFil | MDRoh | MDFil | SDRoh | SDFil |
|----|------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | 5    | 0  | 2806 | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,9   | 0,6   |
| 5  | 7,5  | 0  | 3258 | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,6   |
| 5  | 10   | 0  | 3495 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,6   |
| 5  | 5    | 1  | 2806 | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 0,9   | 0,6   |
| 5  | 7,5  | 1  | 3258 | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,7   |
| 5  | 10   | 1  | 3495 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,7   |
| 5  | 5    | 2  | 2806 | 0,7   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 1,1   | 0,7   |
| 5  | 7,5  | 2  | 3258 | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,2   | 0,8   |
| 5  | 10   | 2  | 3495 | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,2   | 0,7   |
| 10 | 10   | 0  | 873  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 10 | 15   | 0  | 971  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,6   |
| 10 | 20   | 0  | 1057 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 10 | 10   | 1  | 873  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,7   |
| 10 | 15   | 1  | 971  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,6   |
| 10 | 20   | 1  | 1057 | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 10 | 10   | 2  | 873  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 10 | 15   | 2  | 971  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 10 | 20   | 2  | 1057 | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,8   |
| 15 | 15   | 0  | 433  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,6   |
| 15 | 22,5 | 0  | 486  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 15 | 30   | 0  | 547  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 15 | 15   | 1  | 433  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 15 | 22,5 | 1  | 486  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 15 | 30   | 1  | 547  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 15 | 15   | 2  | 433  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 15 | 22,5 | 2  | 486  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 15 | 30   | 2  | 547  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 20 | 20   | 0  | 266  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 20 | 30   | 0  | 307  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 20 | 40   | 0  | 349  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 20 | 20   | 1  | 266  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 20 | 30   | 1  | 307  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 20 | 40   | 1  | 349  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 20 | 20   | 2  | 266  | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 20 | 30   | 2  | 307  | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   | 1     | 0,9   |
| 20 | 40   | 2  | 349  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,8   |
| 25 | 25   | 0  | 181  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 25 | 37,5 | 0  | 213  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 25 | 50   | 0  | 247  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   |
| 25 | 25   | 1  | 181  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   |
| 25 | 37,5 | 1  | 213  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 25 | 50   | 1  | 247  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 25 | 25   | 2  | 181  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1,1   | 0,8   |
| 25 | 37,5 | 2  | 213  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,7   |
| 25 | 50   | 2  | 247  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,8   |
| 30 | 30   | 0  | 137  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,8   |
| 30 | 45   | 0  | 163  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 30 | 60   | 0  | 184  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   |
| 30 | 30   | 1  | 137  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,8   |
| 30 | 45   | 1  | 163  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 30 | 60   | 1  | 184  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 30 | 30   | 2  | 137  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,9   |
| 30 | 45   | 2  | 163  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,8   |
| 30 | 60   | 2  | 184  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,8   |
| 35 | 35   | 0  | 107  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 0  | 130  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,5   |
| 35 | 70   | 0  | 149  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 35 | 35   | 1  | 107  | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,7   |
| 35 | 52,5 | 1  | 130  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 35 | 70   | 1  | 149  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 35 | 35   | 2  | 107  | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0,9   |
| 35 | 52,5 | 2  | 130  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,8   |
| 35 | 70   | 2  | 149  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,9   |
| 40 | 40   | 0  | 87   | 1     | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,6   | 0,6   |
| 40 | 60   | 0  | 107  | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,7   | 0,6   |
| 40 | 80   | 0  | 127  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,7   |
| 40 | 40   | 1  | 87   | 1     | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,6   |
| 40 | 60   | 1  | 107  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 40 | 80   | 1  | 127  | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 40 | 40   | 2  | 87   | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   |
| 40 | 60   | 2  | 107  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,8   |
| 40 | 80   | 2  | 127  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,8   |
| 45 | 45   | 0  | 72   | 1     | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,7   |
| 45 | 67,5 | 0  | 90   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 45 | 90   | 0  | 104  | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,6   | 0,6   |
| 45 | 45   | 1  | 72   | 1     | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 45 | 67,5 | 1  | 90   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 45 | 90   | 1  | 104  | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,7   | 0,5   |
| 45 | 45   | 2  | 72   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   |
| 45 | 67,5 | 2  | 90   | 0,9   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,9   |
| 45 | 90   | 2  | 104  | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,8   |
| 50 | 50   | 0  | 60   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   | 0,6   |
| 50 | 75   | 0  | 76   | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,6   | 0,5   |
| 50 | 100  | 0  | 87   | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,8   |
| 50 | 50   | 1  | 60   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,6   |
| 50 | 75   | 1  | 76   | 0,9   | 0,9   | 1     | 1     | 0,7   | 0,5   |
| 50 | 100  | 1  | 87   | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 0,7   |
| 50 | 50   | 2  | 60   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,8   | 0,7   |
| 50 | 75   | 2  | 76   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,9   | 0,6   |
| 50 | 100  | 2  | 87   | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,9   | 1     | 0,8   |

Tabelle 8.24: Ergebnisse der Auswertung verschiedener Ertragskarten auf dem Schlag Wittenfeld (2002); Vergleich AgLeader/ Dronningborg

| ZG | P    | SR | n    | CYRoh | CYFil | MDRoh | MDFil | SDRoh | SDFil |
|----|------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | 5    | 0  | 2407 | 0,6   | 0,4   | -0,7  | -0,7  | 1,7   | 1,8   |
| 5  | 7,5  | 0  | 2825 | 0,6   | 0,4   | -0,6  | -0,6  | 1,7   | 1,9   |
| 5  | 10   | 0  | 3025 | 0,6   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,7   | 1,9   |
| 5  | 5    | 1  | 2407 | 0,6   | 0,4   | -0,7  | -0,7  | 1,7   | 1,8   |
| 5  | 7,5  | 1  | 2825 | 0,6   | 0,4   | -0,7  | -0,7  | 1,8   | 1,9   |
| 5  | 10   | 1  | 3025 | 0,6   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,8   | 1,9   |
| 5  | 5    | 2  | 2407 | 0,5   | 0,4   | -0,7  | -0,7  | 1,8   | 1,9   |
| 5  | 7,5  | 2  | 2825 | 0,5   | 0,4   | -0,7  | -0,7  | 2     | 2     |
| 5  | 10   | 2  | 3025 | 0,5   | 0,4   | -0,6  | -0,6  | 2,1   | 2     |
| 10 | 10   | 0  | 755  | 0,6   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,6   | 1,8   |
| 10 | 15   | 0  | 845  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,5   | 1,8   |
| 10 | 20   | 0  | 911  | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,3   | 1,8   |
| 10 | 10   | 1  | 755  | 0,6   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,8   | 1,9   |
| 10 | 15   | 1  | 845  | 0,7   | 0,5   | -0,7  | -0,7  | 1,6   | 1,9   |
| 10 | 20   | 1  | 911  | 0,7   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,5   | 1,9   |
| 10 | 10   | 2  | 755  | 0,6   | 0,4   | -0,6  | -0,6  | 2     | 2     |
| 10 | 15   | 2  | 845  | 0,6   | 0,5   | -0,7  | -0,7  | 2     | 2     |
| 10 | 20   | 2  | 911  | 0,6   | 0,5   | -0,8  | -0,8  | 1,9   | 2     |
| 15 | 15   | 0  | 379  | 0,7   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,5   | 1,8   |
| 15 | 22,5 | 0  | 422  | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,3   | 1,9   |
| 15 | 30   | 0  | 483  | 0,8   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 1,9   |
| 15 | 15   | 1  | 379  | 0,7   | 0,5   | -0,7  | -0,7  | 1,6   | 1,9   |
| 15 | 22,5 | 1  | 422  | 0,7   | 0,6   | -0,8  | -0,8  | 1,5   | 1,9   |
| 15 | 30   | 1  | 483  | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 1,9   |
| 15 | 15   | 2  | 379  | 0,5   | 0,4   | -0,7  | -0,7  | 2     | 2     |
| 15 | 22,5 | 2  | 422  | 0,6   | 0,5   | -0,8  | -0,8  | 2     | 2     |
| 15 | 30   | 2  | 483  | 0,6   | 0,4   | -0,8  | -0,8  | 1,9   | 2,1   |
| 20 | 20   | 0  | 230  | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 1,8   |
| 20 | 30   | 0  | 274  | 0,8   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 1,9   |
| 20 | 40   | 0  | 305  | 0,8   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 1,9   |
| 20 | 20   | 1  | 230  | 0,7   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,5   | 1,9   |
| 20 | 30   | 1  | 274  | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 2     |
| 20 | 40   | 1  | 305  | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 1,9   |
| 20 | 20   | 2  | 230  | 0,6   | 0,5   | -0,8  | -0,8  | 2     | 2     |
| 20 | 30   | 2  | 274  | 0,6   | 0,5   | -0,8  | -0,8  | 1,9   | 2,1   |
| 20 | 40   | 2  | 305  | 0,6   | 0,5   | -0,8  | -0,8  | 1,8   | 2,1   |
| 25 | 25   | 0  | 156  | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,3   | 1,8   |
| 25 | 37,5 | 0  | 191  | 0,8   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 1,9   |
| 25 | 50   | 0  | 216  | 0,8   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 1,9   |
| 25 | 25   | 1  | 156  | 0,7   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 1,9   |
| 25 | 37,5 | 1  | 191  | 0,7   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 1,9   |
| 25 | 50   | 1  | 216  | 0,8   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 1,9   |
| 25 | 25   | 2  | 156  | 0,6   | 0,5   | -0,8  | -0,8  | 2     | 2,1   |
| 25 | 37,5 | 2  | 191  | 0,6   | 0,5   | -0,8  | -0,8  | 1,9   | 2,1   |
| 25 | 50   | 2  | 216  | 0,6   | 0,5   | -0,8  | -0,8  | 1,8   | 2,1   |
| 30 | 30   | 0  | 114  | 0,8   | 0,7   | -0,7  | -0,7  | 1,2   | 1,8   |
| 30 | 45   | 0  | 145  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,4   | 1,9   |
| 30 | 60   | 0  | 158  | 0,8   | 0,6   | -0,5  | -0,5  | 1,2   | 1,8   |
| 30 | 30   | 1  | 114  | 0,8   | 0,6   | -0,8  | -0,8  | 1,4   | 1,9   |
| 30 | 45   | 1  | 145  | 0,7   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,5   | 2     |
| 30 | 60   | 1  | 158  | 0,7   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 1,9   |
| 30 | 30   | 2  | 114  | 0,6   | 0,4   | -1    | -1    | 1,8   | 2,1   |
| 30 | 45   | 2  | 145  | 0,6   | 0,4   | -0,9  | -0,9  | 1,9   | 2,2   |
| 30 | 60   | 2  | 158  | 0,6   | 0,4   | -0,8  | -0,8  | 1,8   | 2,1   |
| 35 | 35   | 0  | 93   | 0,8   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,2   | 1,8   |
| 35 | 52,5 | 0  | 117  | 0,7   | 0,6   | -0,5  | -0,5  | 1,4   | 1,9   |
| 35 | 70   | 0  | 126  | 0,8   | 0,6   | -0,4  | -0,4  | 1,1   | 1,6   |
| 35 | 35   | 1  | 93   | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,3   | 1,9   |
| 35 | 52,5 | 1  | 117  | 0,7   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,4   | 2     |
| 35 | 70   | 1  | 126  | 0,7   | 0,5   | -0,4  | -0,4  | 1,2   | 1,7   |
| 35 | 35   | 2  | 93   | 0,7   | 0,4   | -0,8  | -0,8  | 1,7   | 2     |
| 35 | 52,5 | 2  | 117  | 0,6   | 0,4   | -0,7  | -0,7  | 1,8   | 2,1   |
| 35 | 70   | 2  | 126  | 0,6   | 0,4   | -0,6  | -0,6  | 1,6   | 2     |
| 40 | 40   | 0  | 77   | 0,8   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 2     |
| 40 | 60   | 0  | 95   | 0,8   | 0,6   | -0,4  | -0,4  | 1,2   | 1,8   |
| 40 | 80   | 0  | 102  | 0,7   | 0,5   | -0,4  | -0,4  | 1,2   | 1,6   |
| 40 | 40   | 1  | 77   | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 2     |
| 40 | 60   | 1  | 95   | 0,8   | 0,6   | -0,5  | -0,5  | 1,3   | 1,8   |
| 40 | 80   | 1  | 102  | 0,7   | 0,5   | -0,4  | -0,4  | 1,3   | 1,7   |
| 40 | 40   | 2  | 77   | 0,7   | 0,6   | -0,9  | -0,9  | 1,8   | 2,1   |
| 40 | 60   | 2  | 95   | 0,7   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,7   | 2     |
| 40 | 80   | 2  | 102  | 0,6   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,7   | 1,9   |
| 45 | 45   | 0  | 64   | 0,8   | 0,7   | -0,6  | -0,6  | 1,3   | 1,8   |
| 45 | 67,5 | 0  | 81   | 0,7   | 0,5   | -0,5  | -0,5  | 1,4   | 1,9   |
| 45 | 90   | 0  | 86   | 0,7   | 0,5   | -0,4  | -0,4  | 1,2   | 1,6   |
| 45 | 45   | 1  | 64   | 0,8   | 0,6   | -0,7  | -0,7  | 1,4   | 2     |
| 45 | 67,5 | 1  | 81   | 0,7   | 0,5   | -0,6  | -0,6  | 1,4   | 2     |
| 45 | 90   | 1  | 86   | 0,7   | 0,5   | -0,4  | -0,4  | 1,3   | 1,7   |
| 45 | 45   | 2  | 64   | 0,6   | 0,4   | -1    | -1    | 1,8   | 2,2   |
| 45 | 67,5 | 2  | 81   | 0,6   | 0,4   | -0,9  | -0,9  | 1,8   | 2,2   |
| 45 | 90   | 2  | 86   | 0,5   | 0,3   | -0,7  | -0,7  | 1,7   | 2     |
| 50 | 50   | 0  | 58   | 0,8   | 0,6   | -0,5  | -0,5  | 1,3   | 1,9   |
| 50 | 75   | 0  | 65   | 0,7   | 0,5   | -0,5  | -0,5  | 1,3   | 1,8   |
| 50 | 100  | 0  | 74   | 0,7   | 0,5   | -0,2  | -0,2  | 1     | 1,4   |
| 50 | 50   | 1  | 58   | 0,8   | 0,6   | -0,6  | -0,6  | 1,4   | 2     |
| 50 | 75   | 1  | 65   | 0,7   | 0,5   | -0,5  | -0,5  | 1,4   | 1,9   |
| 50 | 100  | 1  | 74   | 0,7   | 0,5   | -0,3  | -0,3  | 1,1   | 1,5   |
| 50 | 50   | 2  | 58   | 0,7   | 0,5   | -1    | -1    | 1,7   | 2,2   |
| 50 | 75   | 2  | 65   | 0,7   | 0,4   | -0,9  | -0,9  | 1,7   | 2,1   |
| 50 | 100  | 2  | 74   | 0,6   | 0,4   | -0,6  | -0,6  | 1,5   | 1,9   |

Abbildung 8.2: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Trimble AgGPS mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

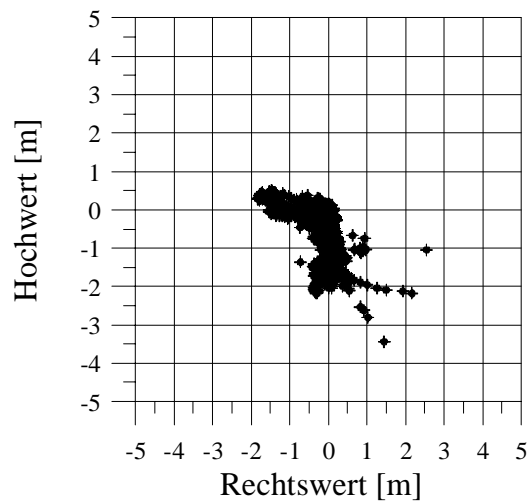


Abbildung 8.3: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

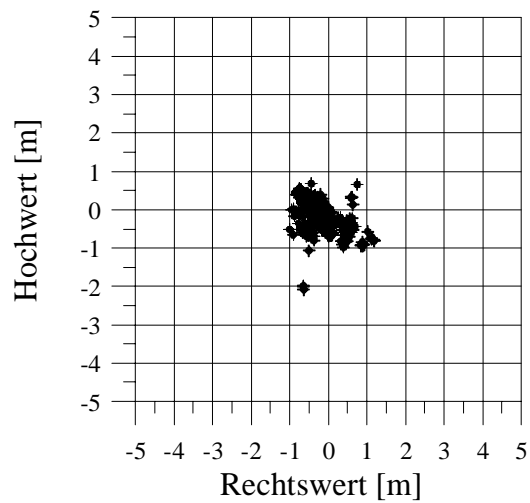


Abbildung 8.4: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

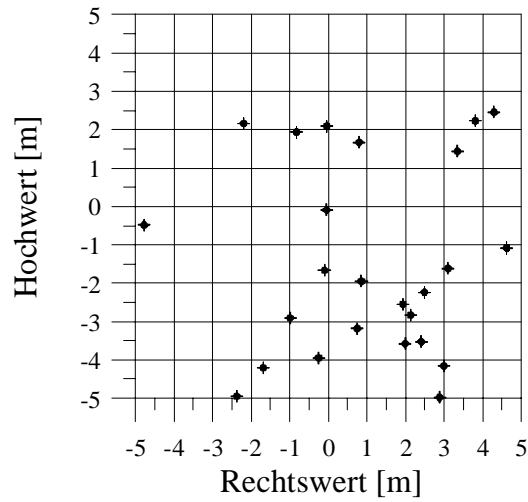


Abbildung 8.5: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

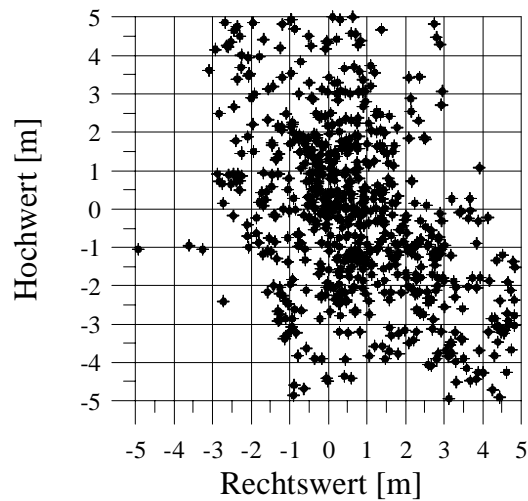


Abbildung 8.6: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), CSI Seres, Abweichung von den RTK Positionen

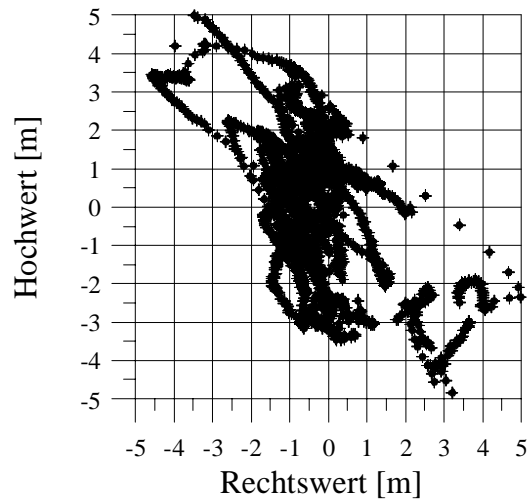


Abbildung 8.7: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

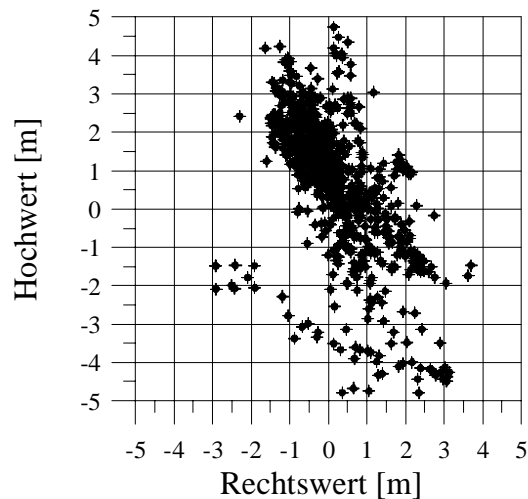


Abbildung 8.8: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

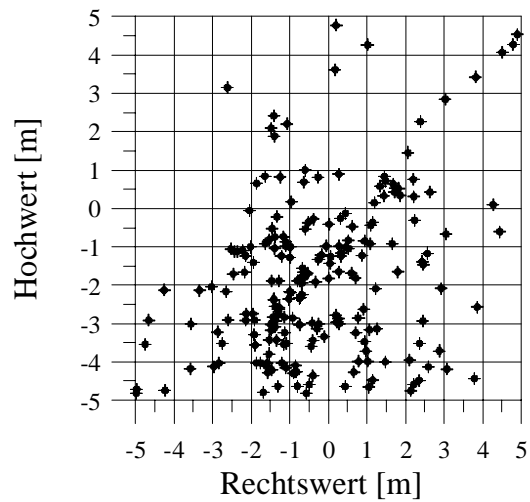


Abbildung 8.9: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Outback mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

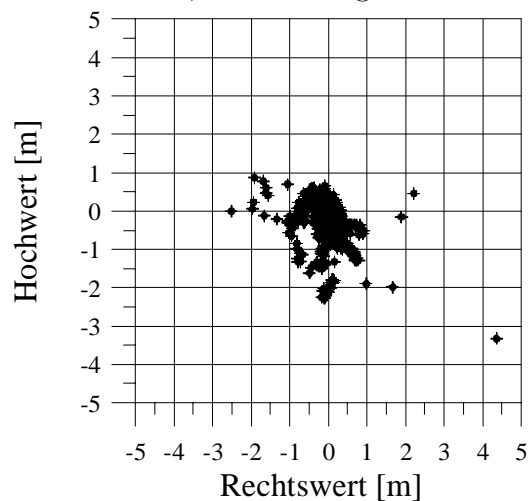


Abbildung 8.10: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Trimble AgGPS ohne Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

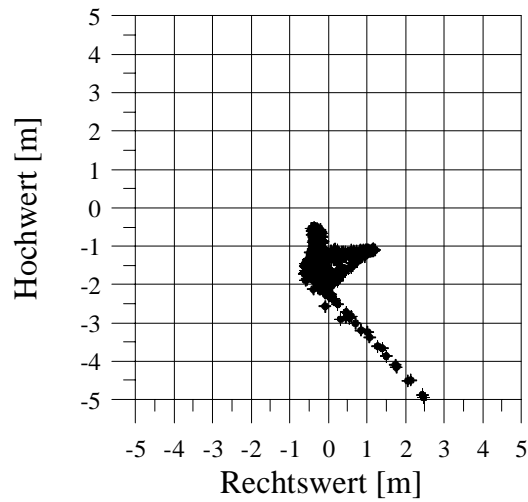


Abbildung 8.11: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

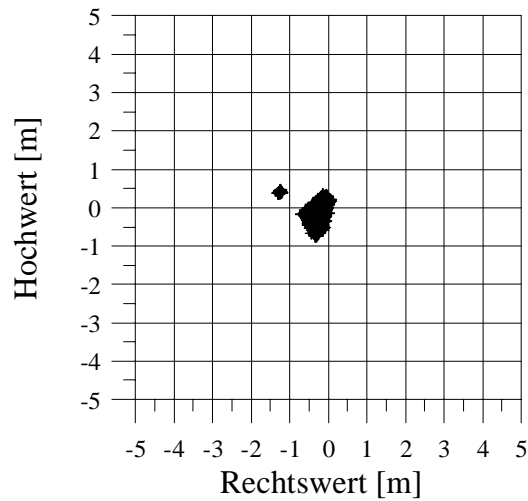




Abbildung 8.12: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

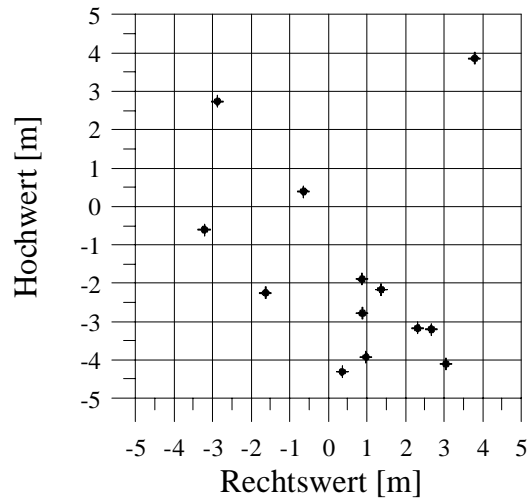


Abbildung 8.13: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003(10:10 bis 11:02 UTC), Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

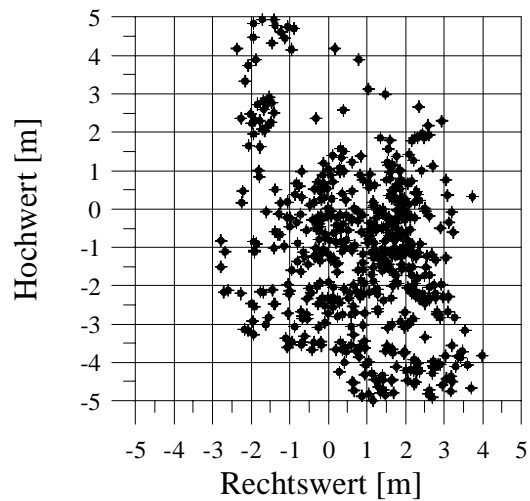


Abbildung 8.14: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), CSI Seres, Abweichung von den RTK Positionen

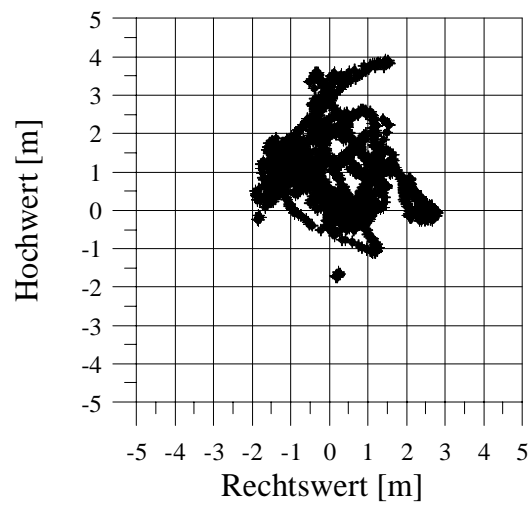


Abbildung 8.15: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003(10:10 bis 11:02 UTC), Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

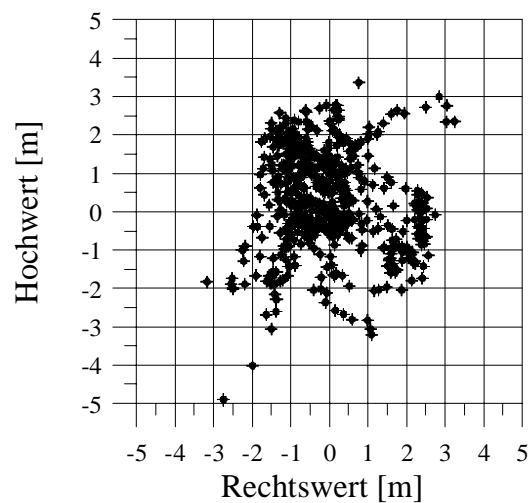


Abbildung 8.16: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

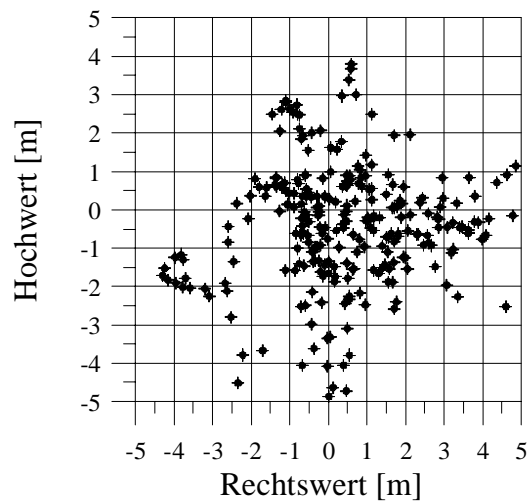


Abbildung 8.17: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Outback mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

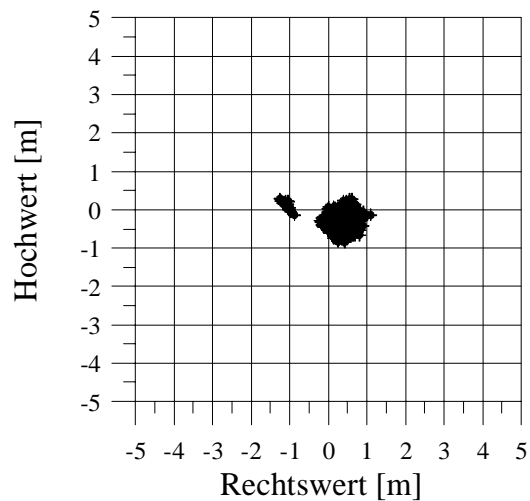


Abbildung 8.18: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Trimble AgGPS ohne Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

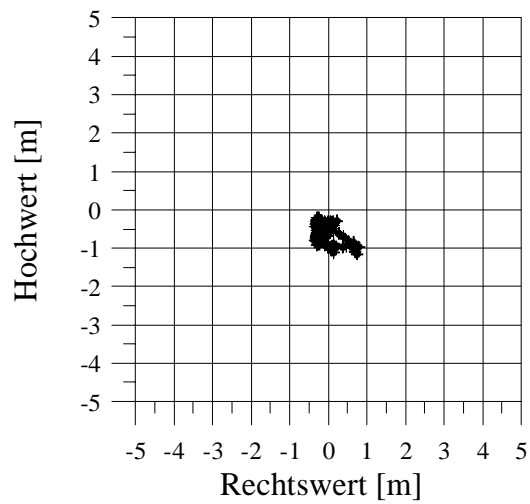


Abbildung 8.19: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

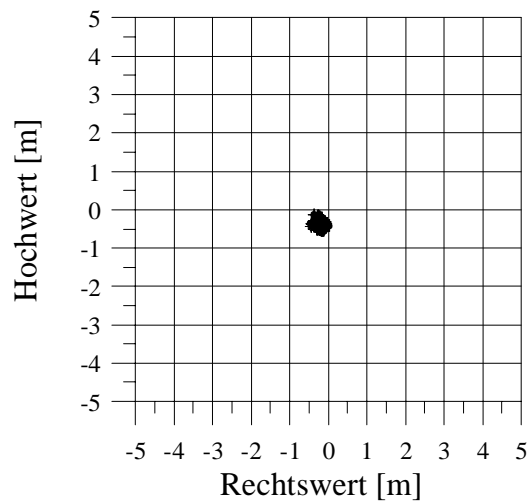


Abbildung 8.20: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

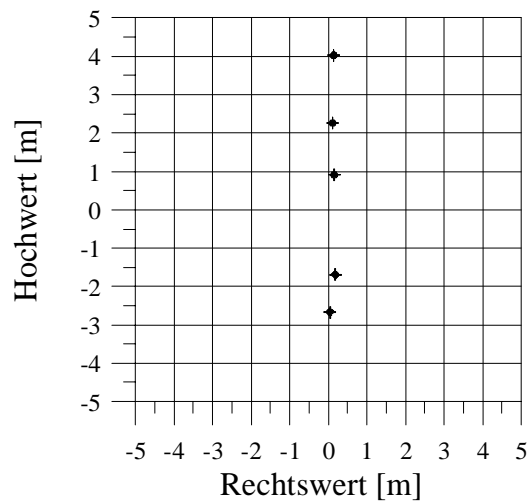


Abbildung 8.21: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

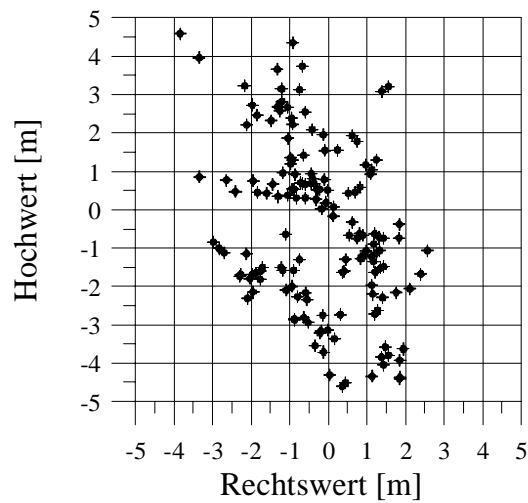


Abbildung 8.22: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), CSI Seres, Abweichung von den RTK Positionen

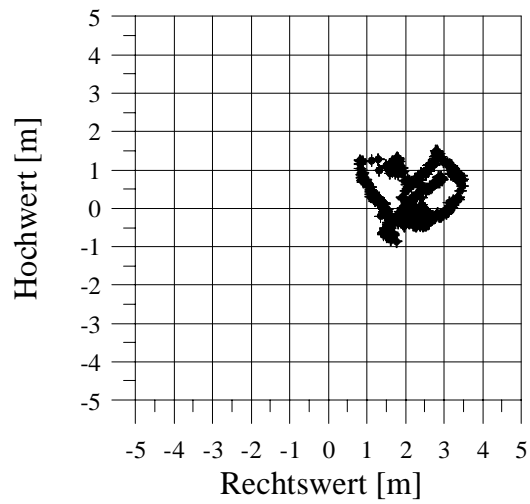


Abbildung 8.23: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

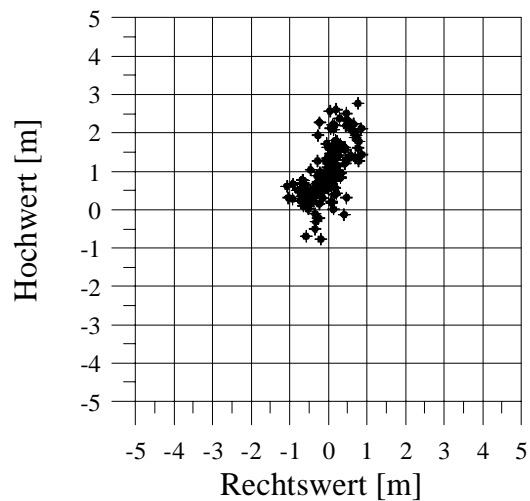


Abbildung 8.24: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

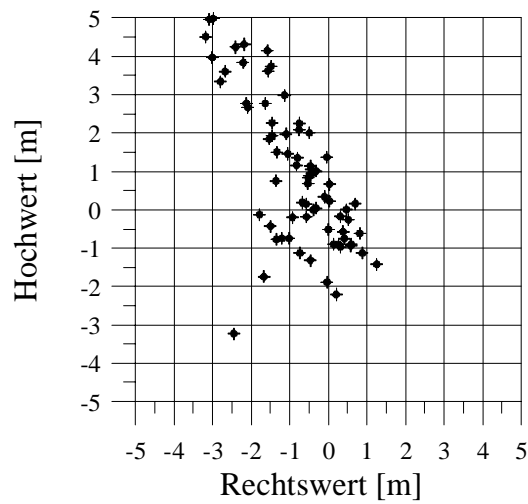


Abbildung 8.25: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Outback mit EGNOS Korrektur, Abweichung von den RTK Positionen

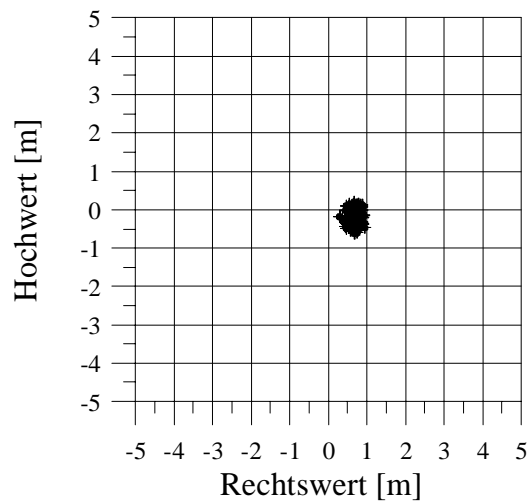


Abbildung 8.26: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Trimble AgGPS mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

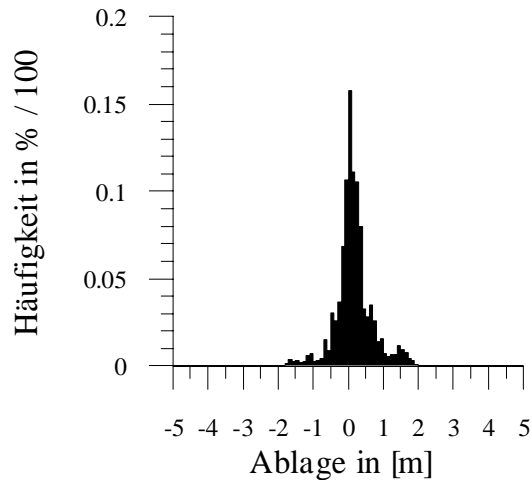


Abbildung 8.27: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

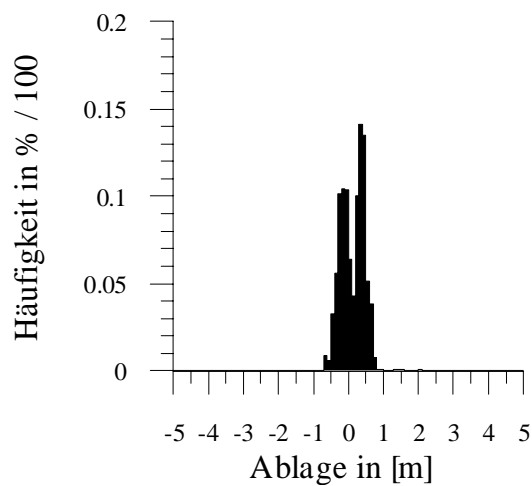




Abbildung 8.28: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

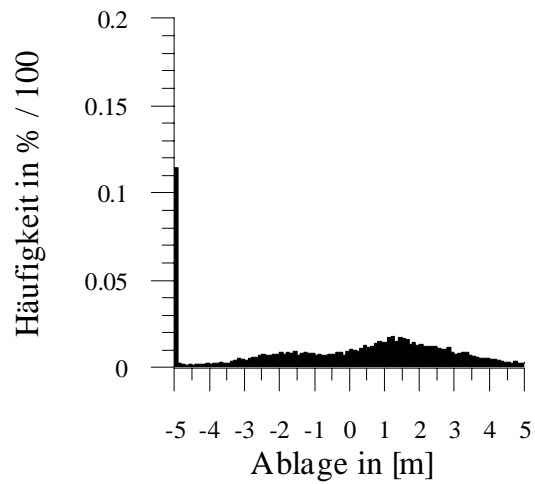


Abbildung 8.29: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

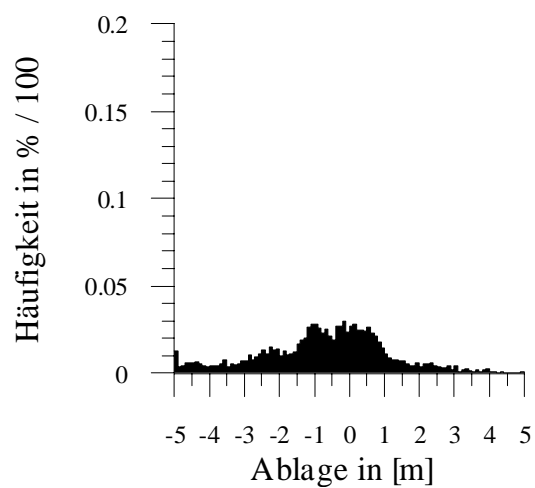


Abbildung 8.30: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), CSI Seres, Ablage von der RTK Fahrspur

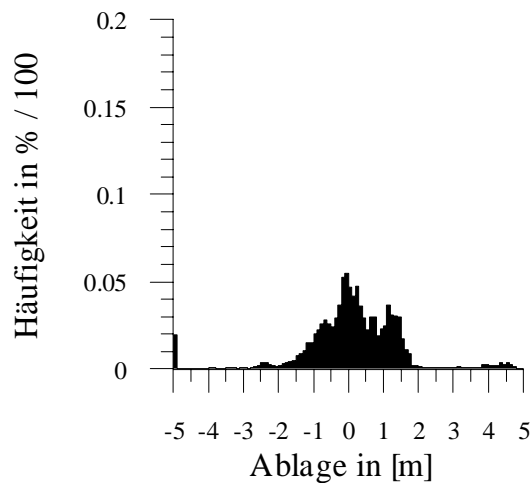


Abbildung 8.31: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

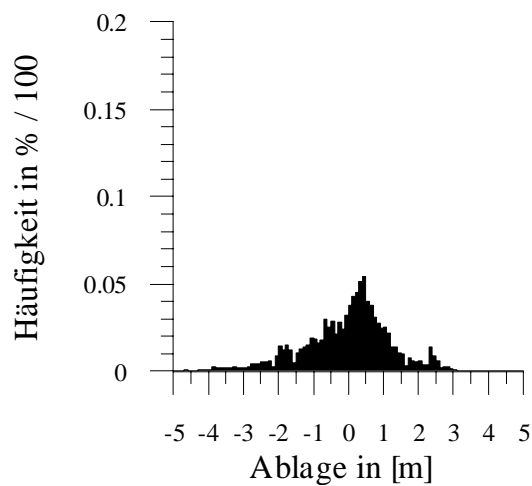


Abbildung 8.32: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

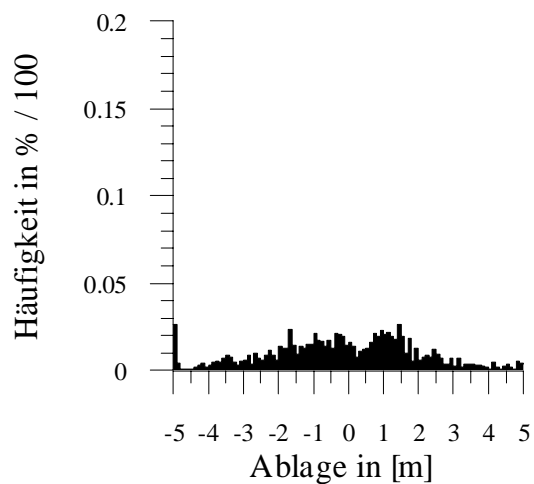


Abbildung 8.33: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (08:36 bis 10:04 UTC), Outback mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

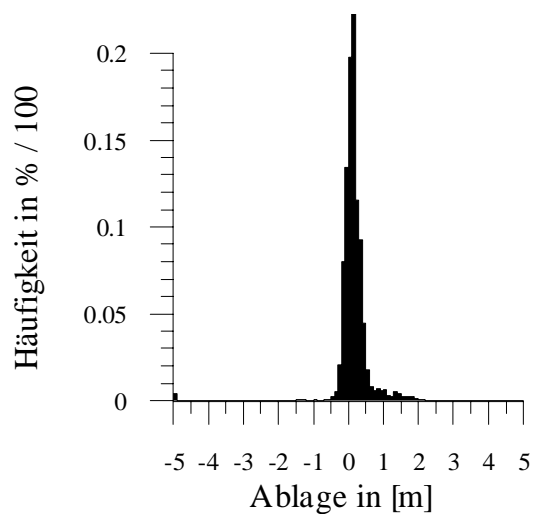


Abbildung 8.34: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Trimble AgGPS ohne Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

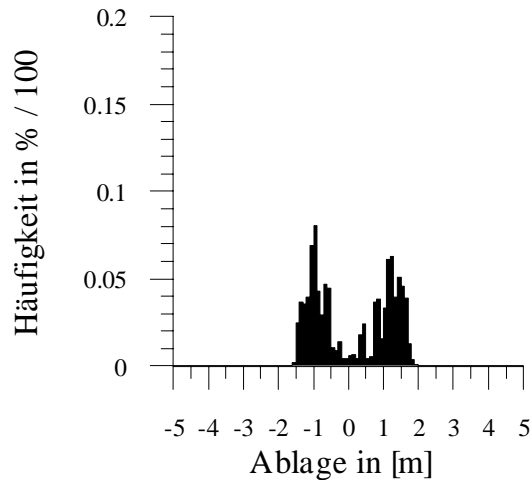


Abbildung 8.35: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

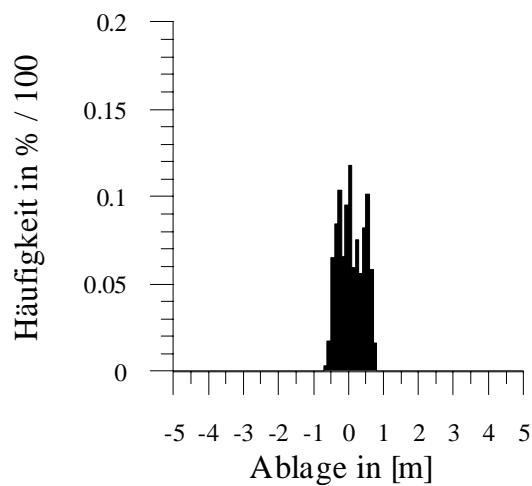


Abbildung 8.36: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

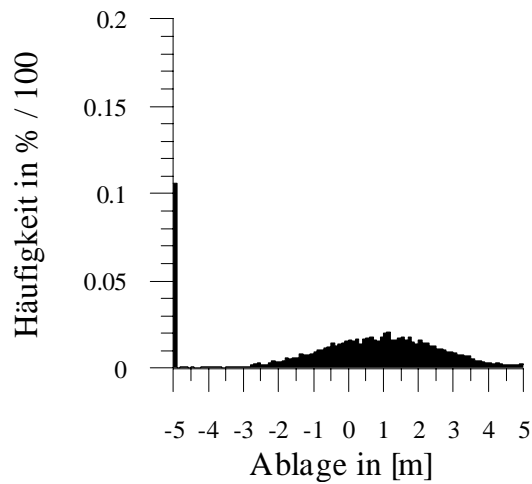


Abbildung 8.37: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003(10:10 bis 11:02 UTC), Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

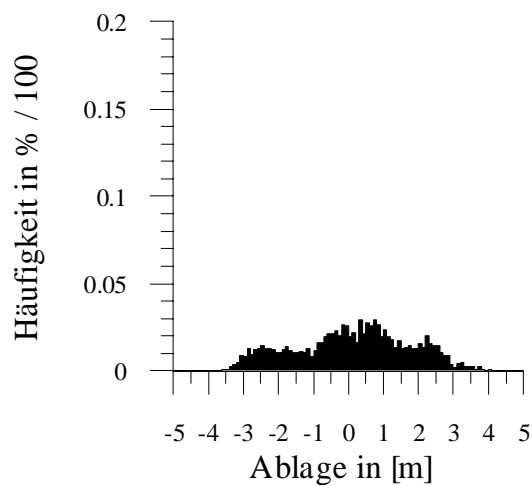


Abbildung 8.38: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), CSI Seres, Ablage von der RTK Fahrspur

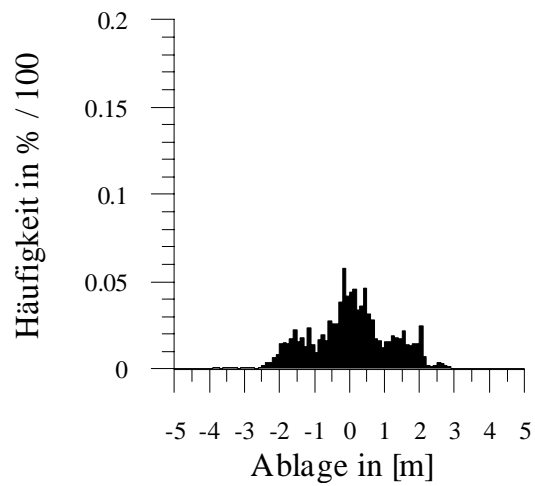


Abbildung 8.39: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003(10:10 bis 11:02 UTC), Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

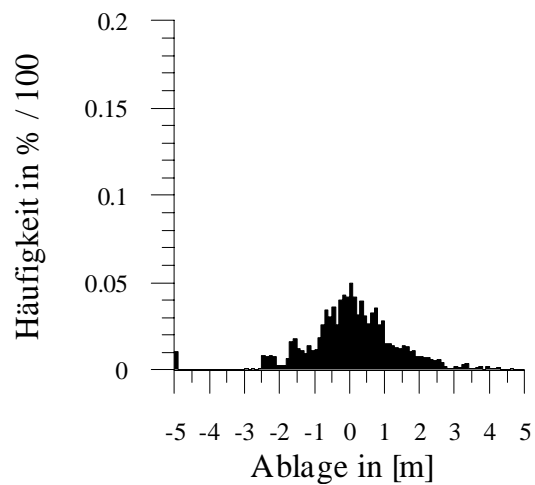


Abbildung 8.40: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

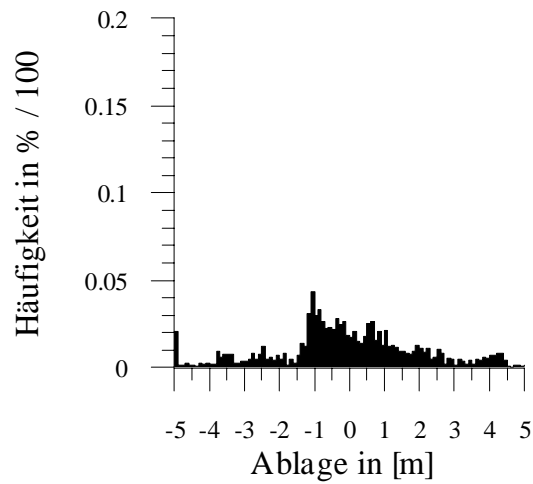


Abbildung 8.41: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (10:10 bis 11:02 UTC), Outback mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

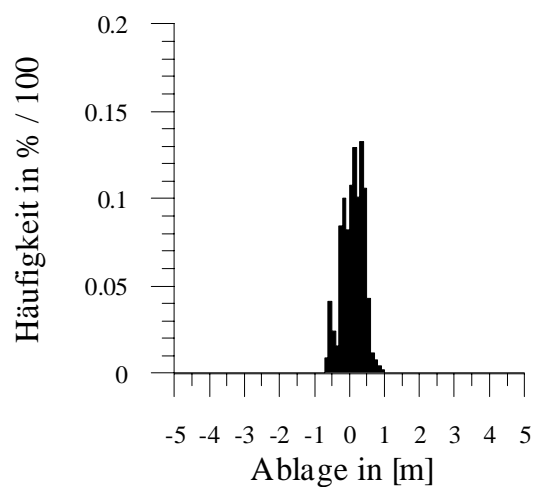


Abbildung 8.42: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Trimble AgGPS ohne Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

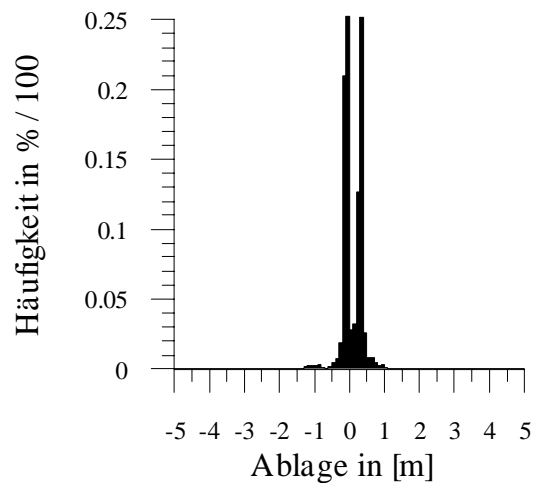


Abbildung 8.43: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Trimble AgGPS mit Omnistar Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

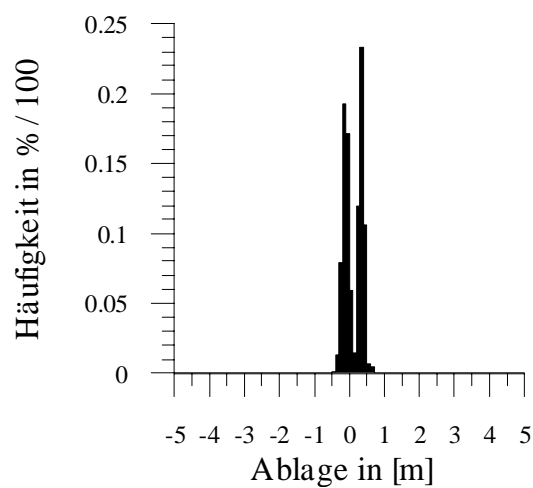




Abbildung 8.44: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), CMC Smart Antenne mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

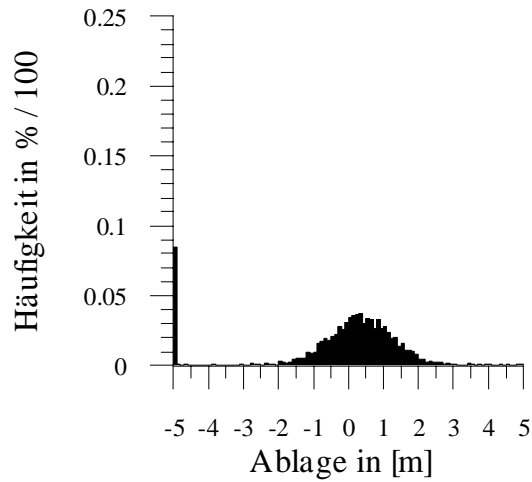


Abbildung 8.45: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Crux CF Card mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

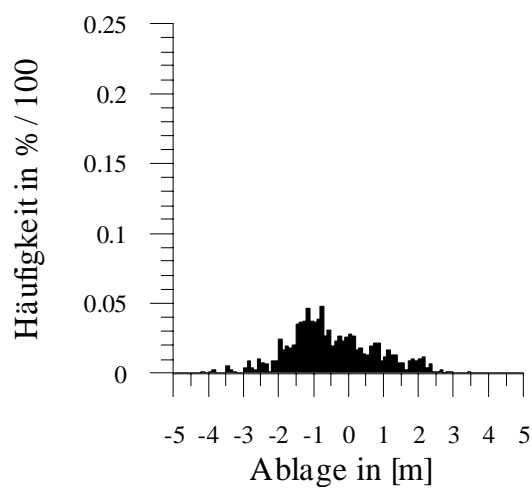


Abbildung 8.46: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), CSI Seres, Ablage von der RTK Fahrspur

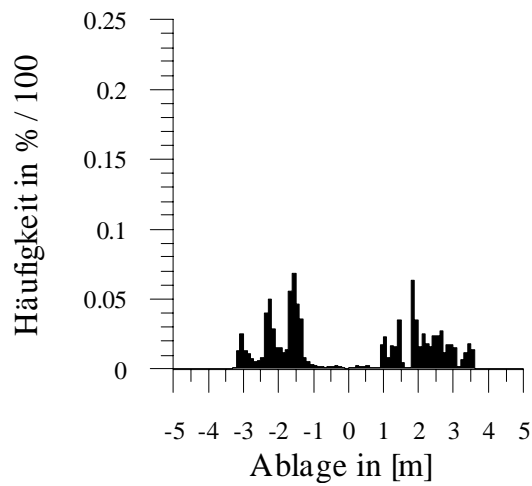


Abbildung 8.47: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Garmin GPS 16 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

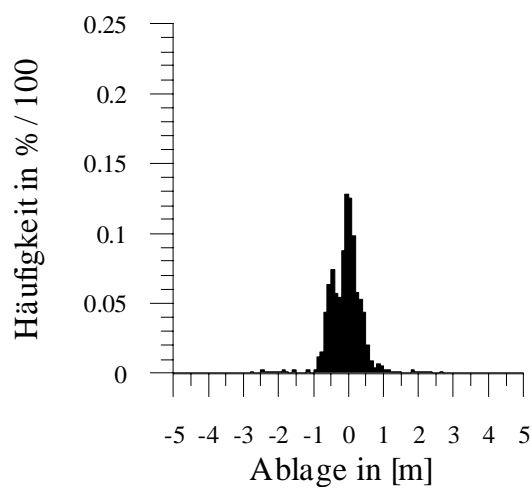


Abbildung 8.48: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Garmin GPS 72 mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur

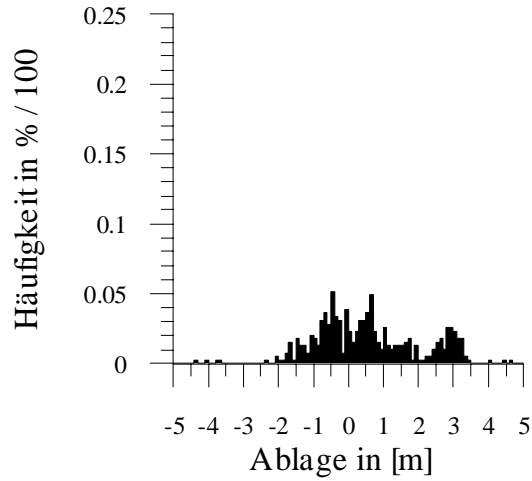
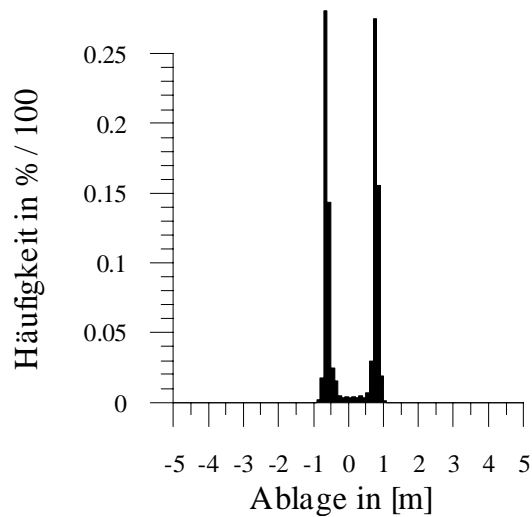


Abbildung 8.49: GPS Genauigkeitstest vom 15.05.2003 (11:05 bis 11:20 UTC), Outback mit EGNOS Korrektur, Ablage von der RTK Fahrspur



# Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Promotionsprüfung vorgelegte Arbeit mit dem Titel

Entwicklung fahrspurbasierter Algorithmen zur Korrektur von Ertragsdaten im Precision Farming

unter der Anleitung und Betreuung durch Herrn

Univ.-Prof. Dr.agr. Dr.agr.habil H. Auernhammer

ohne sonstige Hilfe erstellt und bei der Abfassung nur die gemäss § 6 Abs. 5 angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe die Dissertation in keinem anderen Prüfungsverfahren als Prüfungsleistung vorgelegt.

Die vollständige Dissertation wurde im Eigenverlag veröffentlicht. Die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt hat der Veröffentlichung zugestimmt.

Ich habe den angestrebten Doktorgrad noch nicht erworben und bin nicht in einem früheren Promotionsverfahren für den angestrebten Doktorgrad endgültig gescheitert.

Die Promotionsordnung der Technischen Universität München ist mir bekannt.

Eichstätt, den 01.08.2005

(Patrick Ole Noack)

## Lebenslauf

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Name</b>          | Patrick Ole Noack  |
| <b>Anschrift</b>     | Frauenberg 46<br>85072 Eichstätt   |
| <b>Familienstand</b> | verheiratet, 2 Kinder  |
| <b>13.01.1969</b>    | geboren in Würzburg  |
| <b>1974 - 1979</b>   | Besuch der Grundschule Hemelinger Strasse in Bremen                                  |
| <b>1979 - 1988</b>   | Besuch des Kreisgymnasiums Neustadt i.H.   |
| <b>1988 - 1990</b>   | Zivildienst im Bernhard-Nocht-Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg |
| <b>1990 - 1991</b>   | viermonatiges landwirtschaftliches Praktikum in Biratnagar, Nepal                    |
| <b>1991</b>          | sechsmonatiges landwirtschaftliches Praktikum in Segalen, Baden-Württemberg          |
| <b>1991 - 1997</b>   | Studium der Agrarwissenschaften an der TUM in Freising-Weihenstephan                 |
| <b>seit 1997</b>     | Angestellter der Firma geo-konzept GmbH, Adelschlag                                  |