

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen und Indizes</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungen</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Aufbau der Arbeit . . . . .	3
<b>2 Grundlagen und Stand der Technik</b>	<b>5</b>
2.1 Landwirtschaft als betrachtetes System . . . . .	5
2.1.1 Standortabhängige Landnutzung . . . . .	6
2.1.2 Agrartechnische Grundlagen der Bewirtschaftungsverfahren . . . . .	10
2.1.3 Leistungs- und Energiebedarfe landwirtschaftlicher Prozesse . . . . .	15
2.1.4 Material- und Energiebilanzierung in Bodennutzungssystemen . . . . .	23
2.2 Stand der Technik zu energetisch- und emissions-orientierten Bewertungen . . . . .	27
2.2.1 Beschreibungsformen des Einsatzes von PKW und LKW . . . . .	28
2.2.2 Beschreibungsformen des Einsatzes mobiler Arbeitsmaschinen . . . . .	31
2.3 Simulation landwirtschaftlicher Verfahren . . . . .	35
2.3.1 Grundlagen zur Agentensimulation . . . . .	36
2.3.2 Modell- und Simulationsansätze in landwirtschaftlichen Verfahren . . . . .	44
<b>3 Zielstellung der Arbeit</b>	<b>47</b>
<b>4 Methodisches Vorgehen</b>	<b>51</b>
<b>5 Vorgehensweise zur Abbildung landwirtschaftlicher Betriebe</b>	<b>55</b>
5.1 Anforderungen an die Modellierung . . . . .	55
5.2 Generelle Modellierungsprinzipien der Verfahrenssimulation . . . . .	57
5.2.1 Strukturierung der Arbeitsprozesse unter Verwendung von Zeitgliederungen	57
5.2.2 Einteilung von Maschinen und Geräten mit Hilfe von Maschinenklassen .	61
5.2.3 Verfahrensablauf mittels Auftragsvergabe . . . . .	61
5.3 Konzeptionelles Abbild des Betriebsmodelles . . . . .	62
<b>6 Modellaufbau und Modellverifikation</b>	<b>68</b>
6.1 Modellformalisierung . . . . .	68
6.1.1 Felderstellung . . . . .	68
6.1.2 Berechnung der Feldsteigung . . . . .	73
6.1.3 Modell der Betriebsstellen . . . . .	75
6.1.4 Aufgaben und Funktionen des Betriebsleiters . . . . .	76

6.1.5	Maschinenkombinationen . . . . .	81
6.1.6	Abbildung von Rust- und Versorgungsprozessen sowie Maschinenstörungen	87
6.1.7	Straßenroutenplanung . . . . .	88
6.1.8	Feldroutenplanung . . . . .	93
6.1.9	Fahrspurplanung . . . . .	95
6.1.10	Wendemanöver . . . . .	97
6.1.11	Koordination von Mehrmaschineneinsätzen . . . . .	100
6.1.12	Kraftstoffverbrauchsbilanzierung und Datenbankstruktur . . . . .	106
6.1.13	Kostenbilanzierung . . . . .	108
6.2	Implementierung und Frontend des Modells . . . . .	110
6.3	Maschinendatenaufzeichnungen zur Erhebung von Kraftstoffverbrauchen . . . .	112
6.3.1	Datenaufzeichnung . . . . .	113
6.3.2	Datenaufbereitung und -auswertung . . . . .	113
<b>7</b>	<b>Anwendung und Validierung des Betriebsmodells</b>	<b>119</b>
7.1	Simulationen im Rahmen eines Betriebsbeispiels . . . . .	119
7.1.1	Beschreibung des Beispielbetriebes . . . . .	119
7.1.2	Vergleich von Teilzeiten aus Simulationen mit Referenzdaten . . . . .	122
7.1.3	Simulation der Einsatzprofile von Maschinen im Betrieb . . . . .	125
7.1.4	Bilanzierung der Kraftstoffmengen in Bewirtschaftungsverfahren . . . . .	128
7.1.5	Kostenbilanzierung innerhalb der Bewirtschaftungsverfahren . . . . .	131
7.1.6	Bewertung von Innovationen am Beispiel des Getreidetransports . . . . .	136
7.2	Betriebssimulationen im EKOtech-Projekt . . . . .	141
<b>8</b>	<b>Praktischer Nutzen und Verwendungsmöglichkeiten</b>	<b>144</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit</b>	<b>146</b>
	<b>Literatur</b>	<b>147</b>